

平成28年熊本地震に関する報告書

著者	東北大学災害科学国際研究所
ページ	1-173
発行年	2017-04
URL	http://hdl.handle.net/10097/00128905

平成 28 年熊本地震に関する報告書

東北大学 災害科学国際研究所

平成 29 年 4 月

まえがき

平成 28 年 4 月 14 日以降に断続的に発生した熊本地震は、益城町、西原村、南阿蘇村、熊本市などの地域を中心に甚大な被害を引き起こしました。被災された方々には心よりお見舞い申し上げます。熊本地震は、地中で長い間眠っていた活断層（日奈久断層帯や布田川断層帯）が突如として活動を始めた直下型地震であり、一連の地震活動において、16 日の本震を含めて震度 7 が 2 回観測されたのは観測史上初めてのことでした。さらに、余震活動も長期化し、内陸地震では中越地震を超えて観測史上最大の発生数となりました。

東北大学災害科学国際研究所では、これまでの災害対応の経験と教訓を活かし、被災地や関係大学への支援や協力をさせていただきたいと思い、災害情報の蓄積を目的とした被害調査を実施し、事業継続計画や緊急医療も含めて総合的な活動を展開させていただきました。本報告書は、その活動の中で得られた知見や教訓を整理したものです。地震直後の被災地の様子、地震特性、断層活動、構造物・家屋・地盤の被害、可能性津波の評価などの理学的・工学的観点の調査や分析に加えて、事業継続（BCP）、被災者の行動、NPO の活動、避難所運営、ボランティア活動、報道動向、仮設住宅などの社会的観点でも調査を実施し、現状分析による問題点の整理を行いました。また、医学分野からは、本研究所のスタッフが災害時派遣医療チーム（DMAT）として現地医療支援に参加するとともに、地震後の医療や保険の実態に関して調査や分析を実施いたしました。

さらに、被災地の国立大学である熊本大学とは、リーディング大学院プログラムなどを通じて研究だけでなく教育の観点でも協力して活動を展開しています。将来の防災・減災を担う人材育成は重要なテーマであり、本報告書には、その教育を目的とした活動についても触れています。本報告書が被災地の復興、および今後の災害対応への貢献、さらには学術研究や学問融合の発展の一助になれば幸いです。

平成 29 年 4 月 4 日
東北大学災害科学国際研究所 所長
今村文彦

目次

1. 被害地域の地震動と地盤震動特性	1
2. 地震直後の被災状況	12
3. 地表地震断層	25
4. 木造建物の被害	45
5. 社会基盤と地盤・斜面の被害	51
6. 可能性津波の評価解析	80
7. 地震後の医療・保健に関する取り組み	91
8. 被災者行動パターンの被災・回復過程	101
9. 企業の被害と事業継続	114
10. 平成28年熊本地震に係るNPOのボランティア支援活動	143
11. 報道動向に関する分析	151
12. 応急仮設住宅と住宅復興	156
13. 熊本大学×東北大学 市民公開講座	164
14. 地表設置型合成開口レーダーによる地滑りモニタリング	166
付録（熊本大学×東北大学 市民公開講座 報告書）	

第1章 被害地域の地震動と地盤震動特性

大野 晋（東北大学災害科学国際研究所地域地震災害研究分野）

三辻和弥（山形大学地域教育文化学部）

ここでは、2016年熊本地震の被害地域で観測された地震動特性について述べるとともに、被災地域で行った地盤の常時微動測定及び地盤・基礎被害の状況について報告する。

1.1 地震の概要

2016年熊本地震の前震・本震及び主な余震の震央位置を図1に、諸元と最大震度を表1に示す¹⁾。益城町では前震(M6.5)と本震(M7.3)双方で震度7を、西原村では本震で震度7を計測している。

表1 主な地震の地震諸元と最大震度階

番号	発震時	震央地名	深さ(km)	M	最大震度階	最大震度階観測地
1	4月14日 21時26分	熊本県熊本地方	11	6.5	7	益城町宮園
2	4月14日 22時07分	熊本県熊本地方	8	5.8	6弱	益城町宮園
3	4月15日 0時03分	熊本県熊本地方	7	6.4	6強	宇城市豊野町
4	4月16日 1時25分	熊本県熊本地方	12	7.3	7	益城町宮園、西原村小森
5	4月16日 1時45分	熊本県熊本地方	11	5.9	6弱	合志市竹迫、菊陽町久保田、熊本東区佐土原
6	4月16日 3時03分	熊本県阿蘇地方	7	5.9	5強	阿蘇市一の宮、阿蘇市内牧、南阿蘇村中松
7	4月16日 3時55分	熊本県阿蘇地方	11	5.8	6強	産山村山鹿
8	4月16日 7時11分	大分県中部	6	5.4	5弱	由布市湯布院町川上
9	4月16日 9時48分	熊本県熊本地方	16	5.4	6弱	熊本東区佐土原
10	4月18日 20時41分	熊本県阿蘇地方	9	5.8	5強	産山村山鹿、阿蘇市波野
11	4月19日 17時52分	熊本県熊本地方	10	5.5	5強	八代市松江城町、八代市平山新町
12	4月19日 20時47分	熊本県熊本地方	11	5	5弱	八代市千丁町、八代市鏡町、氷川町島地、宇城市小川町
13	4月29日 15時09分	大分県中部	7	4.5	5強	由布市湯布院町川上

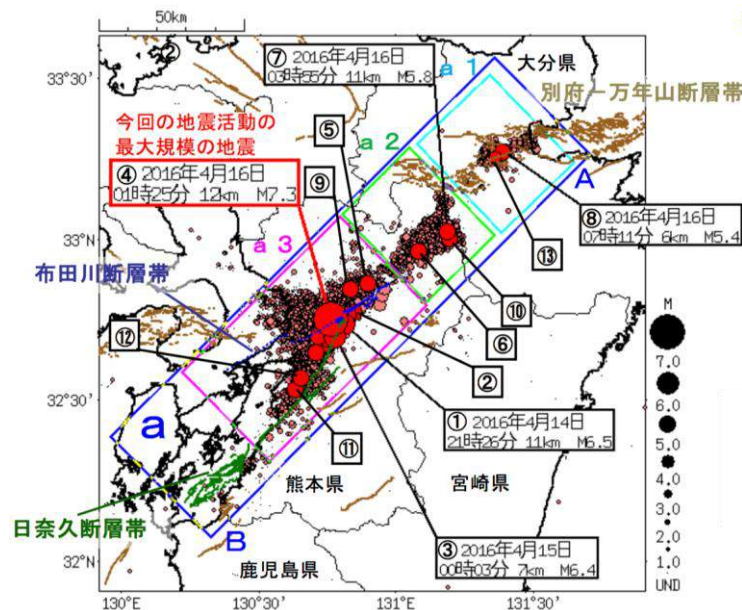


図1 2016年熊本地震の前震・本震及び主な余震の震央位置¹⁾

1.2 被害地域の地震動

2016 年熊本地震の前震と本震の震源地付近の地震記録を図 2 と 3 に示す。観測点地図には産業技術総合研究所シームレス地質図²⁾を用い、防災科学技術研究所と気象庁の観測点を赤で、熊本県の観測点を青で示している。波形としては周期 10s 以上の成分を除いて加速度波形を積分して求めた速度波形（東西方向成分）を示している。

前震の波形はいずれも継続時間が短くパルス的であること、益城町内の KMMH16 と益城町役場の振幅が 91-136cm/s と特に大きいことがわかる。一方本震の速度最大値は前震よりもさらに大きく、益城町の 2 点で 133-180cm/s、西原村で 231cm/s に達している。西原村の値は、周期 10s 以下の成分としては、これまでに日本の内陸地震で観測された記録の最大値である。

本震の波形は、南西側よりも北東側でパルス的な傾向を示し、前震よりも長周期成分を多く含んでいる。これらはそれぞれ断層破壊の北東側への進展³⁾と地震規模の増大及び地表断層の出現に伴うものと思われる。さらに KMM004 や熊本市富合町のように周辺観測点よりも長周期成分を多く含む波形が見られるが、前者は阿蘇山のカルデラの影響が、後者は熊本平野の盆地構造の影響が大きいものと思われる。

図 4 は速度波形の粒子軌跡を示したものである。益城町及び西原村の卓越方向は東西方向に近いことがわかる。現地調査においても、益城町では東西方向の建物倒壊が多い傾向がある。兵庫県南部地震の神戸のように、内陸地震の震源近傍では震源メカニズム解の方向性と破壊伝播効果の相乗効果による断層直交成分の卓越がしばしば報告されるが、今回はむしろ断層走向に近い成分が卓越している。この理由としては、益城町では破壊伝播効果が現れるような位置にないこと、西原村では断層のごく浅い部分が滑ったことによる影響が指摘されている³⁾。

図 5 は前震と本震の地震記録の擬似速度応答スペクトル（東西成分）を比較したものである。前述の通り、本震の振幅の方がほぼ全ての地点で大きいこと、益城町では 1Hz 付近で卓越しているが、西原村ではより低周波成分の振幅が大きいこと、カルデラ内の KMM004 や熊本平野内の富合町では低周波成分（0.3-0.4Hz）が卓越していることが確認できる。

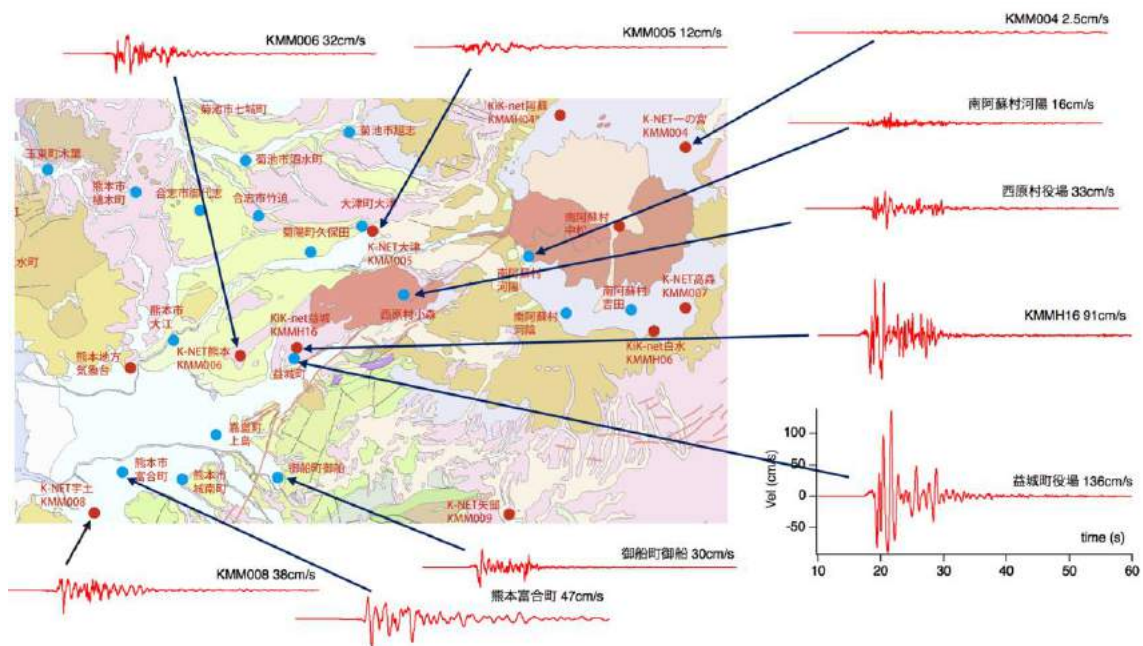


図 2 4/14 M6.5 前震の速度波形（東西成分）

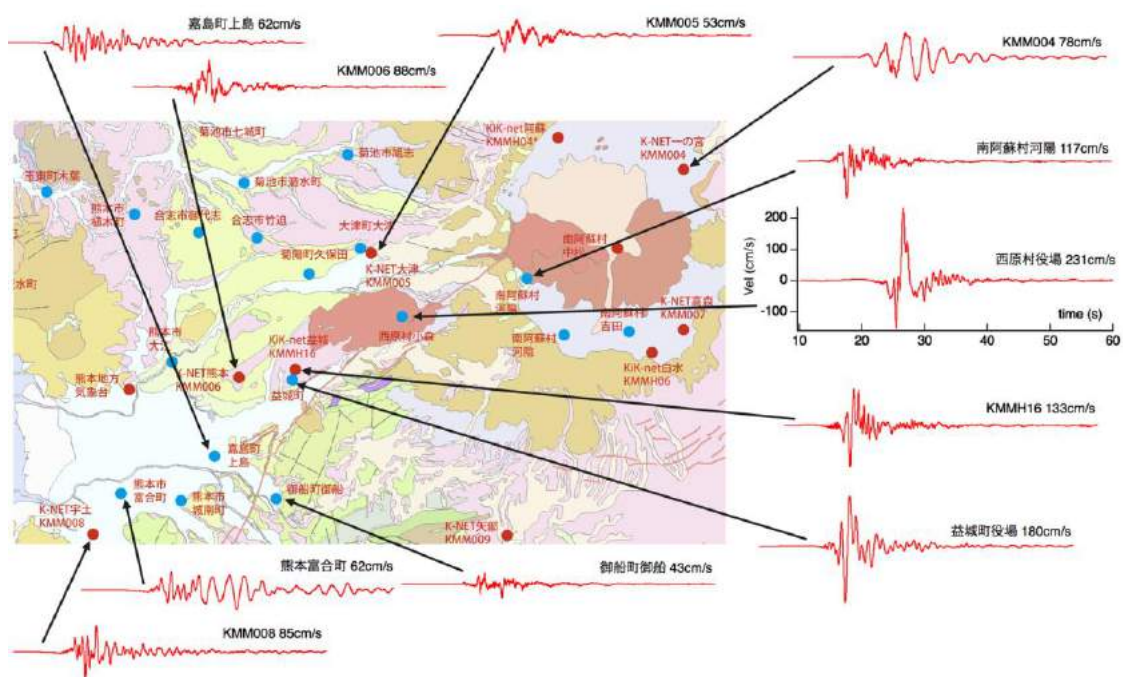


図 3 4/16 M7.3 本震の速度波形（東西成分）

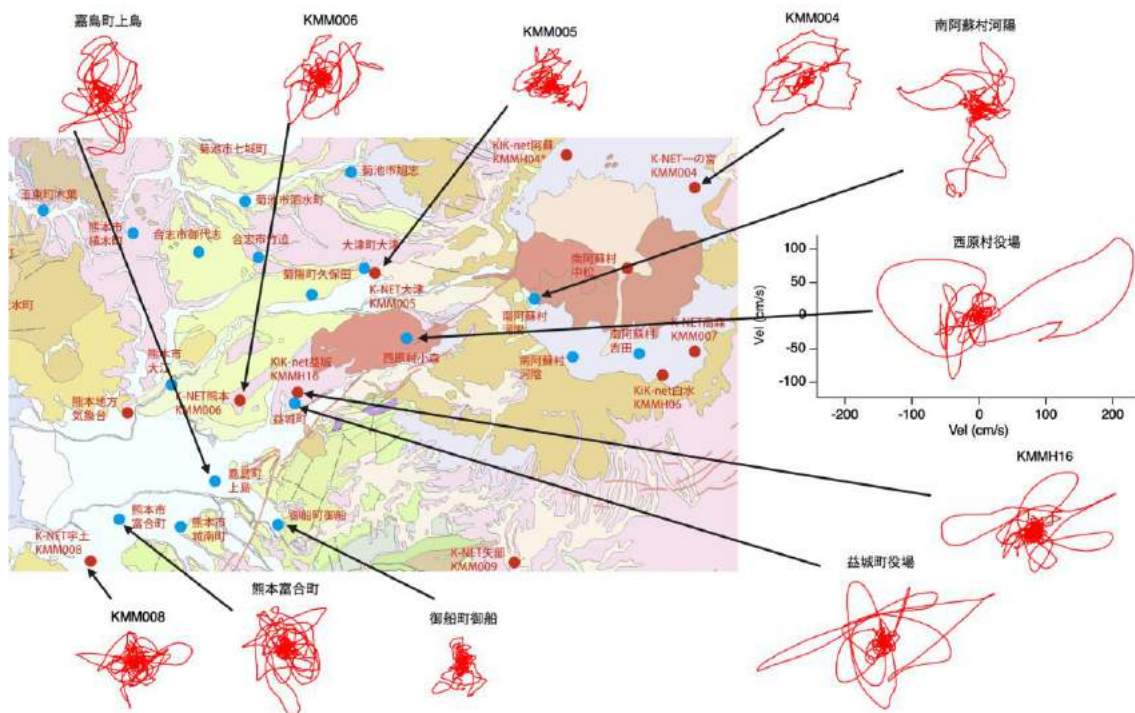


図4 4/16 M7.3 本震の速度波形の粒子軌跡

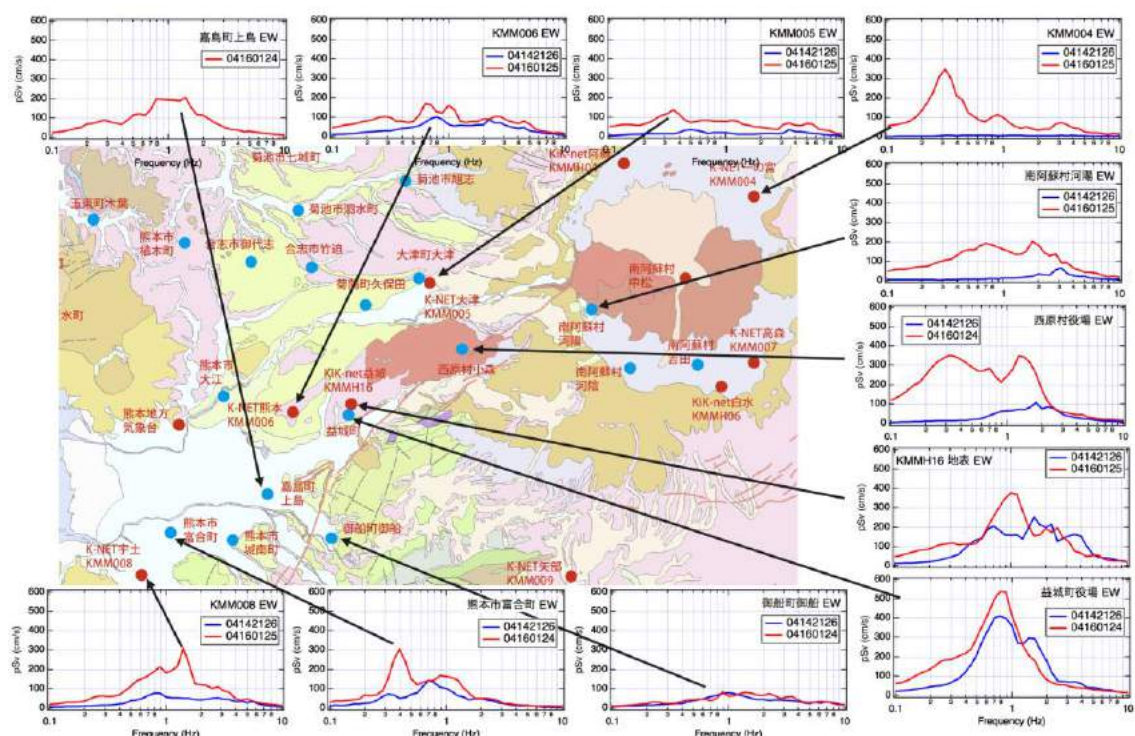


図5 4/14 M6.5 前震及び 4/16 M7.3 本震の疑似速度応答スペクトルの比較（東西成分）

ここでは Hata et al., 2016 による熊本地震本震の臨時観測の公開データについて紹介させていただいておりましたが，該当論文の共著者からデータに問題があることが指摘されております。同論文の取り扱いが明らかになるまでは該当部分の公開を差し控えさせていただきます。

1.3 過去の被害地震記録との比較

過去の内陸地震（1995 年兵庫県南部地震と 2004 年新潟県中越地震）において，甚大な被害があった地区の観測波形と 2016 年熊本地震での益城町と西原村の波形を図 7 に，擬似速度応答スペクトルを図 8 に示す。

波形の継続時間が短くパルス的であること，周期 1s 付近で卓越していることは共通している。益城町の記録は兵庫県南部地震や新潟県中越地震の振幅を上回っていること，西原村では 1s 付近の振幅は下回るものの，2s 以上の長周期帯域の振幅は過去の内陸地震における被災域の倍以上の振幅になっていることがわかる。

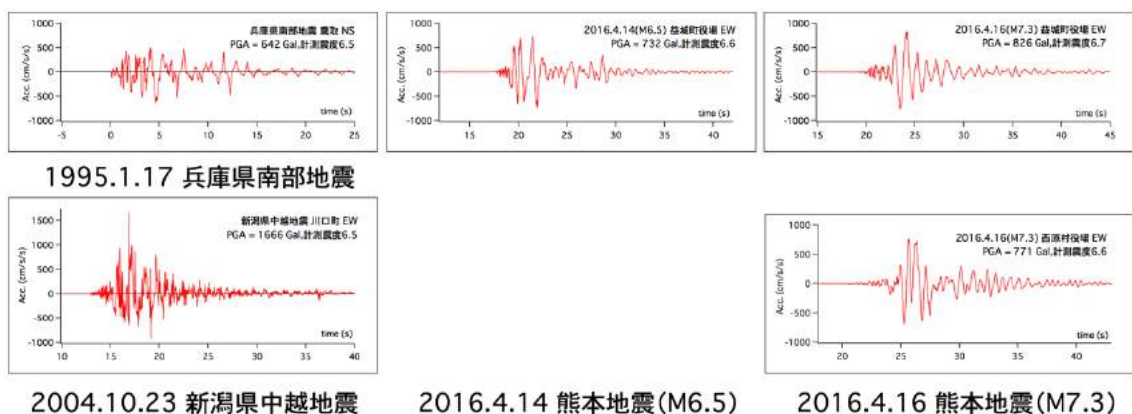


図 7 過去の内陸地震の被災域の観測波形と 2016 年熊本地震の観測波形

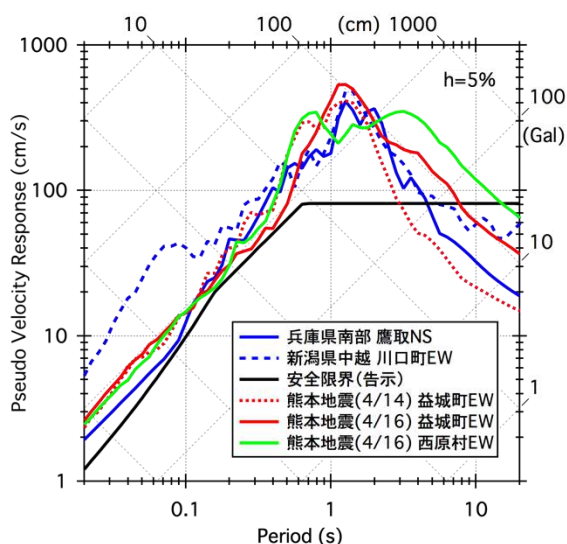


図 8 過去の内陸地震の被災域と 2016 年熊本地震の擬似速度応答スペクトル

1.4 被害地域の地盤の常時微動特性と地盤・基礎被害

2016 年熊本地震では多くの地点で建物倒壊・地盤崩壊・液状化などの振動被害が発生した⁶⁾。これらの振動被害の原因を検討する上で、その地点の地盤震動特性を把握することは重要である。本稿では、熊本市・益城町・西原村の振動被害域で行った単点地盤常時微動測定と、その結果得られた水平／上下スペクトル比（以下 H/V スペクトル，ピーク周波数は地盤の S 波卓越周波数に概ね対応する）およびその周辺の地盤及び基礎構造の被害状況について報告する⁷⁾。

表 2 に観測位置と周辺の被害状況を、図 9 に観測位置を示す。熊本市、益城町、西原村各 6 地点であり、熊本市では建物被害と液状化被害のあった場所を、益城町では地震計 (KiK-net KMMH16) と建物被害の集中発生域を、西原村でも地震計(西原村役場震度計)と住

家被害の集中発生域で観測を行った。地質図上では、更新世の火山岩類（西原村と益城町の北側）、更新世段丘堆積物（益城町南側と熊本市東区）及び完新世（熊本市南区）に分類されている。

表 2 常時微動測定位置と周辺被害状況

地区	観測位置	場所	周辺被害状況・備考
熊本市	K1	熊本市西区稗田町稗田南公園	7階RC造ピロティ層崩壊
	K2	熊本市南区近見一丁目ふれあい公園	液状化
	K3	熊本市南区刈草中央公園	液状化
	K4	熊本市南区刈草町緑地	液状化
	K5	熊本市東区尾ノ上錦ヶ丘公園	南東側でRC店舗大破
	K6	熊本市東区秋津新町水玉公園	低層RC造大破，高層非構造材被害
益城町	M1	益城町辻の城公園	KiK-net KMMH16
	M2	益城町辻の城	木造建物全壊
	M3	益城町安永	木造建物全壊
	M4	益城町秋津川河川公園	
	M5	益城町宮園	
	M6	益城町馬水	
西原村	N1	西原村役場西側	西原村震度計設置付近
	N2	西原村布田	
	N3	西原村布田	木造建物全壊
	N4	西原村小森	
	N5	西原村小森畑	木造建物全壊
	N6	西原村小森風当	木造建物全壊

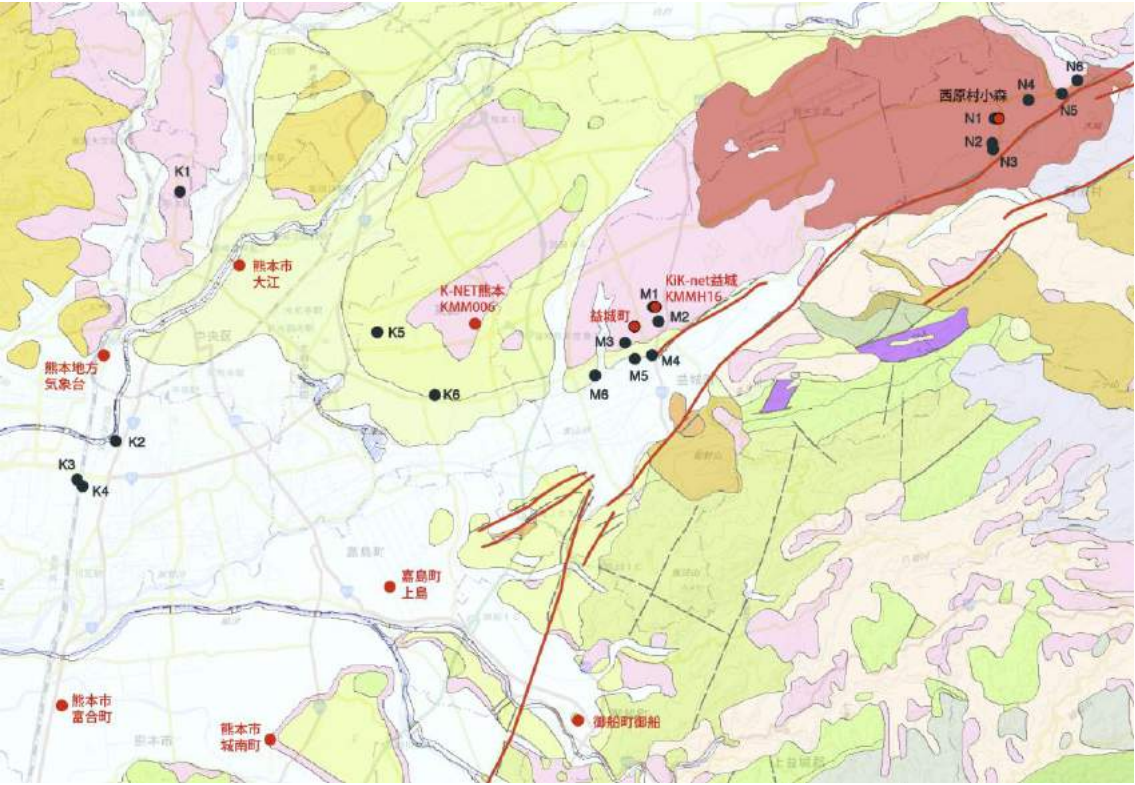


図 9 観測点位置（記号は表 1.4-1 参照）背景は産総研シームレス地質図²⁾

(1) 熊本市建物被害地区

熊本市では、西区でピロティが層崩壊した7階建てRC造付近（K1）、南区で液状化が集中的に発生した地区（K2-K4）、東区で低層RC造が大破および高層集合住宅の非構造材が損傷した地区（K5,K6）で測定を行った。結果を図10及び図11に示す。

常時微動H/Vの卓越周波数は、K1で0.7Hz付近および3Hz付近、K2-K4地区では1Hz付近、K5で3Hz付近、K6で2Hz弱となっており、西側で卓越周期が長周期化している。

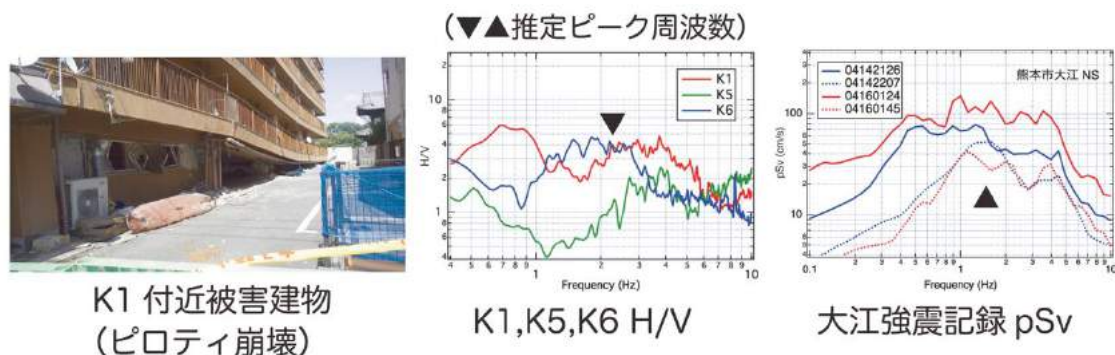


図 10 熊本市建物被害地区の被害写真，常時微動 H/V スペクトル，近傍地震記録 pSv

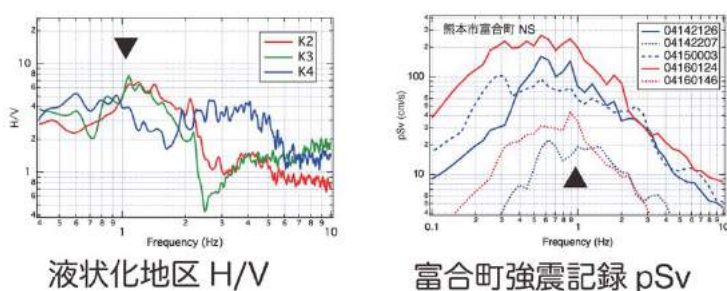


図 11 熊本市液状化地区の被害写真，常時微動 H/V スペクトル，近傍地震記録 pSv

図11の上図にはK2-K4の各地点における被害を示す。いずれの地点でも液状化による地盤及び基礎構造被害が見られた。K2地点周辺では南北に伸びる道路に沿って、液状化による噴砂の跡が数多く確認されたほか、木造建物を中心に多くの建物が沈下・傾斜の傾向を示していた。K3地点周辺でも鉄道高架沿いに南北に走る道路に沿って噴砂が確認された。また、K2地点やK4地点の写真に見られるように、隣接する建物が「おじぎ」をするような形で傾斜している様子も確認された。K4地点周辺では木造住宅や鉄骨造の小規模建物に沈

下・傾斜の傾向が複数見られた。

(3) 益城町

益城町では、KiK-net KMMH16位置（M1）と、その南側の建物被害集中域（M2-M6）で測定を行った。結果を図12に示す。卓越周波数は、北東側はM1,M2,M4で2-3Hz程度であるが、南西側に行くにつれ1.5Hz付近へと長周期化していること、それに伴い比のピーク振幅も大きくなる傾向がある。なお、建物被害率はM2-M3地点で高くなっている。

図13の上図にはM2、M4、M6の各地点における被害を示す。M2地点はKiK-net KMMH16のM1地点からやや南に位置している。北から南に緩やかに下る傾斜した地形であり、写真に示すように傾斜の方向に擁壁の崩壊が複数確認された。M4地点周辺では河川沿いの地盤変状により擁壁の倒壊や地盤被害が多く確認され、1階が層崩壊した住宅も見られた。M6地点では河川沿いに地盤変状が見られ、写真に示すように最大で30cm程度のマンホールの浮上りも見られた。M4-M6の河川沿いの観測点付近では多くの地盤変状が確認されたが、住宅の上部構造の被害は比較的軽微であった。

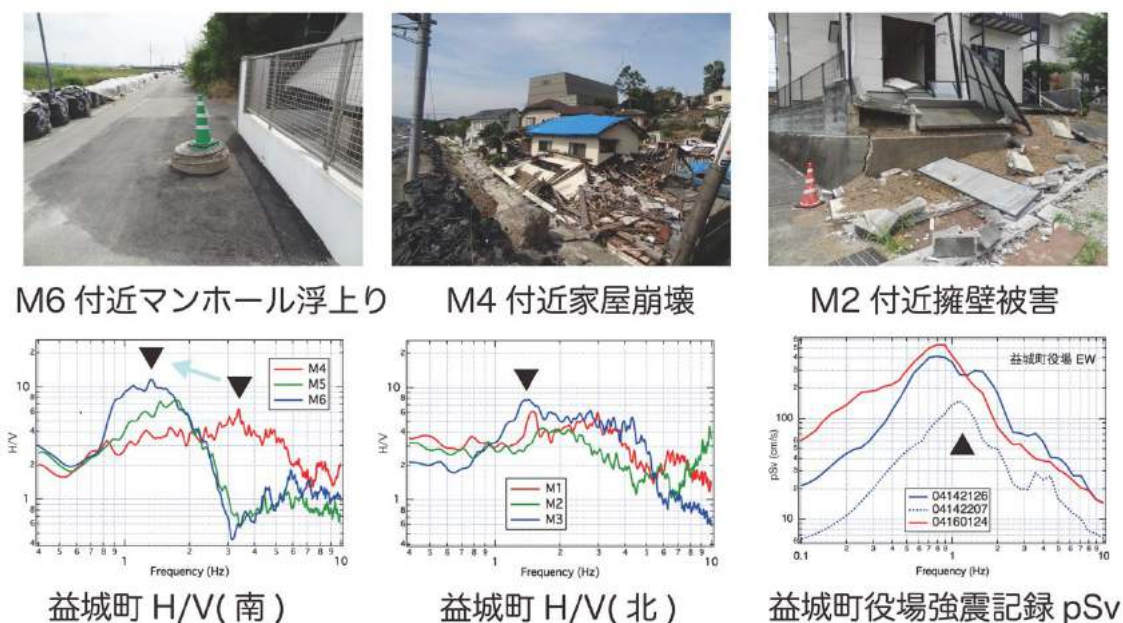


図 12 益城町の被害写真，常時微動 H/V スペクトル，近傍地震記録 pSv

(4) 西原村

西原村では、震度計が置かれている西原村役場付近（N1）と、南側の布田地区（N2,N3）及び東側の小森地区（N5,N6）の老朽木造家屋集中被害域および、その中間地点のN4地点の結果を図13に示す。

共通して2Hz付近に大きなピークがある。布田地区ではN2よりもN3で被害が大きい、観測H/VではN3の方がやや長周期化(4Hz→2Hz)している。また、小森地区でもN4,N5に

比べて被害の大きいN6の方が長周期化（2.5,3Hz→2Hz弱）する傾向にある。

図13の上図にはN3及びN6の各地点における被害を示す。N3地点の南側の集落では大きな被害が見られた。N3地点の左側の写真は基礎高さが約60cmと一般的な住宅の基礎よりもやや高い住宅である。このように基礎が剛強な住宅では、柱梁接合部の折損や骨組の残留変形、屋根瓦の被害など、上部構造により大きな被害が出る傾向が見られた。一方、N3地点の右側の写真のように擁壁近くに建てられた住宅で、擁壁の崩壊により基礎下の地盤に大きな変状が起こった場合などに基礎が損傷して大きく変形し、その影響によって不同沈下を起こすなど、上部構造が大きく変形する被害も数多く見られた。N6地点周辺の写真は手前に見える玉石擁壁が崩壊したことにより宅地地盤が大きく変形し、住宅の基礎が損傷したことにより不同沈下を起こしたと思われる。

これまでの地震被害の際にも指摘されてきたように、基礎が剛強である場合は上部構造の損傷の程度が大きくなり、基礎の損傷が顕著な場合には上部構造の被害は比較的軽くなる傾向が見られたが、宅地地盤の変形やそれに伴う擁壁の崩壊が数多く見られ、基礎が剛強でない場合には前述のように地盤被害の影響を受けて上部構造が不同沈下したと思われる被害例も複数見られた。一方、擁壁や宅地地盤が大きく崩壊していても、擁壁位置から十分に離れた位置に建てられた住宅は基礎の被害を免れていた例も見られた。

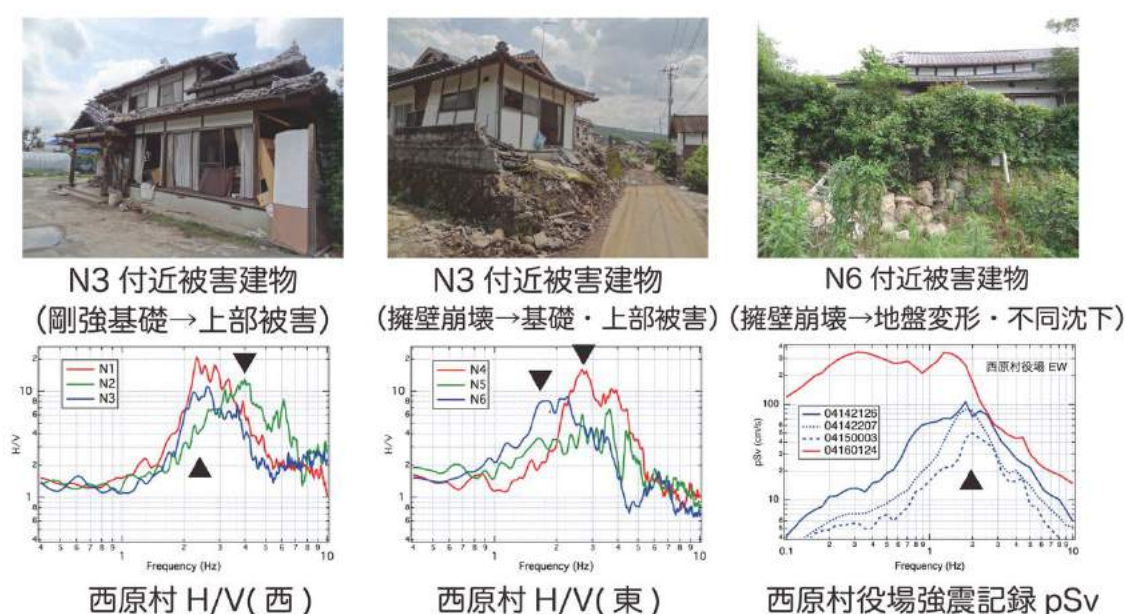


図 13 西原村の被害写真，常時微動 H/V スペクトル，近傍地震記録 pSv

図 10 から図 13 には測定位置に近い強震観測点の擬似速度応答スペクトルも示しているが，中小地震（小振幅時）の卓越周波数は常時微動の H/V の卓越周波数と近く，これらは地盤応答によるピークと思われる。1.2 でも述べたように，被害地域の地震動には地盤増幅が大きく寄与しているものと思われる。

<謝辞>

気象庁，防災科学技術研究所，熊本県の震度計の記録を用いました。

<参考文献>

- 1) 平成 28 年(2016 年)熊本地震の評価，地震調査研究推進本部，2016.5.13
- 2) 産業技術総合研究所シームレス地質図：<https://gbank.gsj.jp/seamless/>
- 3) 2016 年熊本地震で何が起きたか，第 44 回地盤震動シンポジウム，日本建築学会
- 4) Preliminary Analysis of Strong Ground Motions in the Heavily Damaged Zone in Mashiki Town, Kumamoto, Japan, during the Mainshock of the 2016 Kumamoto Earthquake (Mw 7.0) Observed by a Dense Seismic Array, Yoshiya Hata, Hiroyuki Goto, and Masayuki Yoshimi, Seism. Res. Lett., Vol.87, 5, pp.1044-1049.
- 5) 建物被害率の予測を目的とした地震動の破壊力指標の提案，境有紀・瀬瀬一起・神野達夫，日本建築学会構造系論文集，555，pp.85-91，2002
- 6) 熊本地震による建築物等被害調査報告（速報），建築研究所，
<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2016/index.html>
- 7) 2016 年熊本地震の被災地域における常時微動 H/V スペクトルと観測点周辺における地盤及び基礎構造の被害，大野晋・三辻和弥，日本地震工学会第 12 回年次大会梗概集，P2-38，2016

第2章 地震直後の被災状況

村尾修（東北大学災害科学国際研究所国際防災戦略研究分野）

柴山明寛（東北大学災害科学国際研究所災害アーカイブ研究分野）

森口周二（東北大学災害科学国際研究所地域安全工学研究分野）

杉安和也（東北大学災害科学国際研究所グローバル安全学トップリーダー育成プログラム）

震度7の地震が観測された2016年4月14日の翌日の15日、地震被害の概要を把握し、以降に続く基本的な情報を入手することを目的として、災害科学国際研究所の最初の調査団が派遣された。我々調査団は15日の深夜に八代市内のホテルに到着し、各自の部屋で翌朝からの調査に備えていた矢先に本震に見舞われた。数十名の宿泊客は屋外に避難し、様子を見守っていたが、幾度もの余震が発生し、ホテルの外壁も剥がれ落ちる状況であった。それ以降、ホテル内に戻ることは出来ず、避難所となった近くの公民館で朝まで避難することになった。数時間後、まだ日が昇らないうちに熊本市内に向けて調査に出発したが、午前中には阿蘇山の小規模噴火もあり、熊本空港も閉鎖していたため、慎重を期して日程を繰り上げて、午後に鹿児島空港から仙台に戻ることになった。結果的に調査としては満足できるものではなかったが、本稿ではこうした第一調査団の調査経過について報告する。

2.1 初動調査の概要と目的

当初予定していた初動調査の概要と目的を以下に示す。実際に調査したのは村尾教授、柴山准教授、森口准教授の3名であり、杉安助手は研究所にて各種情報の収集を行い、それらを適宜 Google Earth 上に展開し、調査団メンバーが適切に調査を実施できるよう後方支援を担当した。

①調査メンバー

村尾修（国際防災戦略研究分野）

柴山明寛（災害アーカイブ研究分野）

森口周二（地域安全工学研究分野）

杉安和也（リーディング大学院）（所内後方支援）

②目的

2016年4月14日21時26分に発生した震災状況（建物、社会基盤施設）の調査および災害科学国際研究所としての継続的な調査のための情報収集

③調査期間

2016年4月15日（金）～17日（日）

④主な調査地

益城町および熊本市内

2.2 実際の活動経過

こうした調査を予定していたが、4月16日1時25分の本震により、変更を余儀なくされた。初動調査時の活動経過と震度階数の推移¹⁾を図1と表1に示す。次節以降、時間経過に応じた各地の状況について報告する。

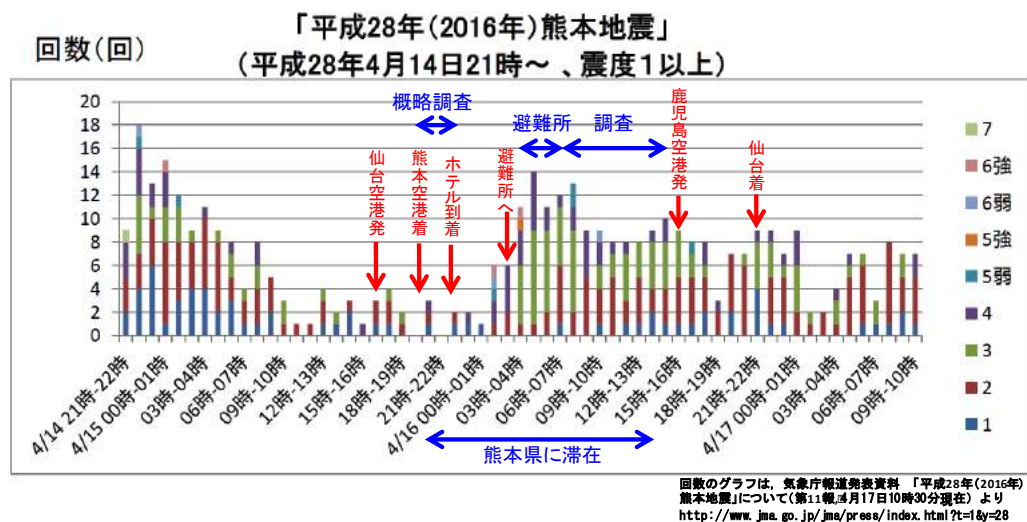


図1 初動調査時の活動経過と震度階数の推移

表1 初動調査時の活動経過

4月15日	17:30	仙台空港発
	20:30	熊本空港着(伊丹空港で乗り継ぎ)
	21:00	益城町を通過(簡単に調査:町中停電。家屋被害多数。町役場前で炊き出しを確認。)
	22:00	熊本市内を通過(簡単に調査:この時点で市内で大きな被害なし。停電もほぼなしの状態。)
	23:30	ホテル到着(八代市)
4月16日	1:25	M7.3の地震発生(八代市で震度6弱、熊本市で震度6強)→ホテルでの宿泊が不可能になる。
	2:30	避難所(八代市太田郷出張所)へ移動(簡単に調査:スペース、トイレ等問題なし) ※ 震度4～6レベルの地震が頻発。ほぼ睡眠できず。
	8:00	宇城市役所周辺を調査(避難者多数。自衛隊による給水あり。道路や家屋に被害あり。)
	9:00	宇土市役所および周辺を調査(自衛隊による給水あり。周辺の建物には大きな被害なし。) 鹿児島空港へ向けて移動、経路上を簡単に調査
	15:00	鹿児島空港到着 → 羽田空港経由で仙台へ

2.3 4月15日夜の熊本市内の状況

2.3.1 熊本空港

4月15日の夜、熊本空港に到着した直後の状況を写真1に示す。空港到着時には、被災調査や支援のために熊本入りをしたと見られる人々が多く見られた。電光掲示板には交通ダイヤの乱れに関する情報が表示されており（写真1左）、損傷した2階の保安検査場の天井の修復工事が行われていたが、その他目立った被害は見当たらなかった。市内へのバスも運行しており（写真1中）、売店等の商品も豊富に揃っており（写真1右）、前日（14日）の地震による空港運營業務への影響はそれほど大きくはなさそうであった。（その後の16日未明に発生した本震により、空港は18日まで閉鎖されることになる。）



写真1 熊本空港の状況（4月15日 21時頃）

2.3.2 益城町

空港でレンタカーを借り、まずは4月14日の地震により震度7が観測された益城町を訪れた。15日夜の段階では、益城町役場周辺のみ停電が発生しており、役場から数百メートル離れたあたりでは既に電気が復旧していた（写真2上左）。しかし、震度7が観測されただけあって町内にはブロック塀の倒壊（写真2上右）や多数の家屋被害（写真2下）が見られた。

町中にあるコンビニエンス・ストアが営業していた。店内では、弁当類はほとんど品切れであったが、その他の食品は多数置かれていた（写真3左）。また前日の地震により散乱した店内を片付けている最中であったが（写真3右）、商品の販売はしていた。





写真 2 益城町の状況 (4 月 15 日 21 時半頃)



(店員の許可を得て撮影)

写真 3 益城町内コンビニエンス・ストアの状況 (4 月 15 日 21 時 45 分頃)

2.3.3 国道 28 号沿い

益城町から国道 28 号を通り熊本市街地に向かった。そこでは、一部損壊から中破程度の被害を受けた建物（壁の剥落、パチンコ店 1 階エントランスのガラス飛散など）が見られたものの（写真 4）、停電もなく、ガソリンスタンドや飲食店も営業していた。この時点での普段とさほど変わらない街の雰囲気から、翌日からの本格的調査は比較的容易に遂行できると考えていた。そして、八代市内のホテルに向かった。



写真 4 国道 28 号線沿いの状況 (4 月 15 日 22 時頃)

2.4 4 月 16 日未明に発生した本震後の対応

2.4.1 ホテルでの被災

熊本市内を抜け、予約をしていた八代市内のホテルに到着したのは15日が終わろうとしている頃であった。翌日の調査の準備を終え、眠りに就こうとしていた1時25分、気象庁マグニチュード7.3の本震が発生した。筆者（村尾）の部屋は6階に位置していたが、大きく揺れ、立ってられないほどの状況であった。一旦、揺れが収まり、荷物を持って、非常階段を伝い、急いで外に避難した。その間に幾度かの余震を感じたが、時にはホテル前の新八代駅のガラスを大きな音とともに揺らすこともあった。

館内では「非常階段を使って避難してください」との放送がかかっていた。ホテル前には宿泊客（100名程度いただろうか）が無事に避難を終え（写真5左）、スタッフが安否確認のための点呼を行い始めた（写真5右）。見たところ、怪我人は皆無であるらしく、しばらくすると近くの公民館への避難誘導が始まった。ホテルスタッフの緊急時対応はとても適切であったのが印象的であった。



写真5 本震後のホテル前での避難（4月16日 2時頃）

2.4.2 避難所（八代市太田郷公民館）

避難した場所は八代市太田郷公民館であった。我々が到着したのは、徐々に人が集まり始めた頃であった（写真6上左）。公民館の外の駐車場スペースは半分ほどが自動車で埋まっており、また室内への避難を避けたペットと飼い主等が屋外に避難をしていた。玄関ホールには受付名簿（氏名、住所、電話番号、入所時刻、退所時刻を記入）があり、掲示板には安否確認名簿が貼り出されていた（写真6上右）。

公民館は1階建てであり、会議室、和室、多目的室などで構成されていたが、畳のある和室が避難者によって最初に占められていた。講堂内ではとりあえず荷物だけを持って避難してきた人々が、自分たちの場所を確保しているという状況であり（写真6下左）、空間的には余裕があった。

八代市の震度は6弱であったが、館内の電気と水道は停止しておらず、トイレも使用可能であった。テレビのある「ふれあいサロン」では、人が集まり、ニュースにより被災後の状況を見守っていた。また3時過ぎから、ラジオの音声を館内放送で流し始めていた。

避難所では，全体的に混乱している様子はほとんど見られず，スマートフォンで情報収集する姿も多数見られた。

我々はここでしばらく待機し，6 時前に調査に出発した。



写真 6 避難所の状況（4 月 16 日 2 時半過ぎ）

2.5 被災状況

2.5.1 ホテルの被害

避難所を出て，まずは宿泊していたホテルに立ち寄った．地震発生時に大きく揺れたホテルの外壁はタイルの剥離が見られ（写真 7 上左），その破片が床に落ちていた（写真 7 上右）．また正面玄関前の床はひび割れが生じており，ホテルの裏側の柱にはせん断破壊が見られた．



写真7 ホテルの被害（4月16日 6時頃）

2.5.2 宇城市役所およびその周辺

その後、八代市から熊本市街地に向かって移動を始め、まずは震度6強を観測した宇城市役所（写真8上左）に向かった。宇城市役所の建物裏手のガラス面は飛散していたものの（写真8上右），大きな建物被害は見受けられず，エキスパンションジョイントの被害も見られなかった（写真8下左）。ただし，建物周辺では数カ所の地盤沈下が見られ（写真8下右），郵便ポスト等も傾いていた。

宇城市役所の敷地内には既に多くの自衛隊車両が入っており（写真9上左），入浴施設の提供（写真9上右）や給水（写真9下）など，自衛隊による救援救助活動が始まっていた。





写真 8 宇城市役所（4月16日 8時20分頃）



写真 9 宇城市役所における救援救助活動（4月16日 8時30頃）

宇城市役所の周辺は古い木造住宅の多い住宅地であった。ブロック塀の倒壊（写真10上左）や道路のひび割れ（写真10上右）の他に、屋根や瓦屋根の落下（写真10下）などの被害がとくに目についた。



写真 10 宇城市役所周辺の被害（4 月 16 日 8 時 40 頃）

2.5.3 宇土市役所

移動中、適宜最新情報の入手に努めていた。その中で宇土市役所庁舎の被害情報が入ってきたため、現場に向かった。宇土市役所庁舎は写真 11 右のように、4 階部分が崩壊していた。外郭部の飾り柱だけでなく、構造体としての柱が梁よりも先に降伏して被害を受けていた。しかも、低層部よりも先に 4 階部分が被害を受けていた。被災メカニズムに関する詳細な調査が必要であると思われた。

同敷地内では石碑の転倒や車庫のレンガ壁の崩壊などが見られたが、周辺の建物には甚大な被害がほとんど見られなかった。

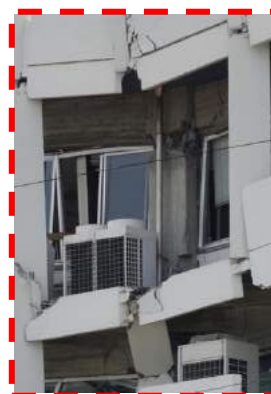


写真 11 宇土市役所の被害（4 月 16 日 9 時頃）

2.5.4 国道 3 号線沿いの被害（宇城市内）

宇土市役所の被害を調査した後、熊本市内に向かっている途中で、阿蘇山の噴火情報が入ってきた。調査中、災害科学国際研究所の緊急調査ワーキンググループとは密な情報交換を行っていたが、この噴火情報を受け、一度仙台に戻って調査を仕切り直した方が良いという判断が下された。調査団はその判断に従い、仙台に戻ることにした。熊本空港は閉鎖されてしまっていたが、急遽帰路を鹿児島空港からの便に変更することが出来たため、八代市から北に向かっていたルートを南へと引き返すことにした。

我々が利用していた国道 3 号線は日奈久断層とほぼ平行であり、断層から離れるほど被害が軽減されていたのが良くわかった。宇城市内の途中で 1971 年以前に建てられたと思われる住宅がいくつか倒壊している場所があったため、その周辺も調べた。被災した建物はとくに土葺き瓦屋根の民家であった。写真 12 左の建物はその一例であるが、同敷地内にある新耐震以降に建てられた木造住宅の被害（写真 12 右）は微小なものであった。

その後、鹿児島空港に向けて移動したが、前日 15 日とは異なり 16 日は本震の影響で信号の支障が多々見られた。また熊本市内に近いほど、ガソリンスタンドにおける給油の列が長くなる傾向が見られた。



写真 12 宇城市内の被災地（4 月 16 日 11 時頃）

2.6 後方支援と Google Map を用いた情報提供

災害後の被災調査をする際、事前に情報を収集し、地図やノートにメモとして書き記し、紙媒体を持参して、現場を訪れる、という方法は一般的である。しかし、調査をしている際にも今回の本震発生のように事態が急変したり、調査に必要な情報が新たに入ってきたりすることが多々ある。村尾と杉安は、2011 年東北地方太平洋沖地震後の被災調査の際に Google Map をプラットフォームとして利用した調査を試み²⁾、その有効性を実感していたが、本調査でも同様の調査方法を用いた。

図 1 は今回の調査で用いた Google Map 上の情報提供画面の一例である。杉安は現地調査には行かず、研究所に残り、後方支援を行った。具体的には、調査団と連絡をとりながら、

インターネット等を用いて各地の地震動と震度、活断層位置、被災状況（火災発生、地盤災害、社会基盤被害、構造物被害、文化財被害等）、関連する公共施設の位置情報、避難所の設置状況、関連する画像情報などを入手し、調査団のニーズと対応した情報発信を行った。

現場で調査している我々は、状況に応じて必要な情報を依頼し、新たな情報をスマートフォンやコンピュータの Google Map 画面で確認しながら、調査を実施することができた。調査を終えた後も、このプラットフォーム上に新たな情報が加えられ、所内での情報共有に活用された。

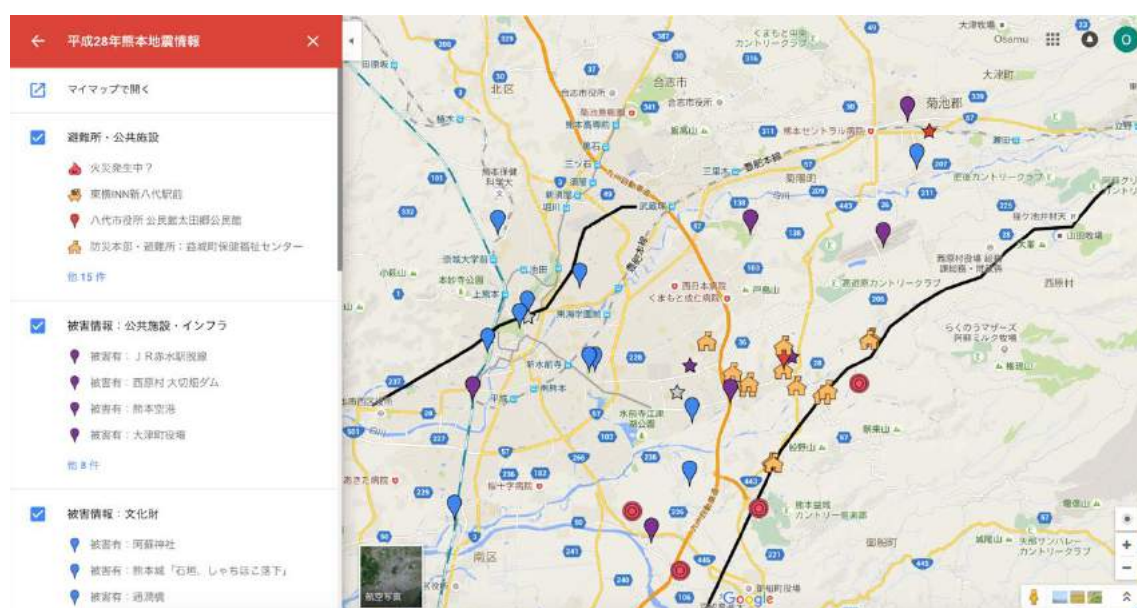
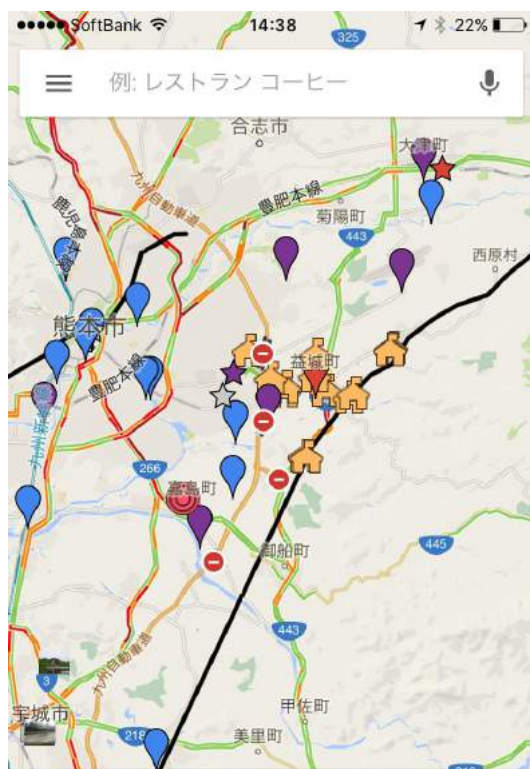
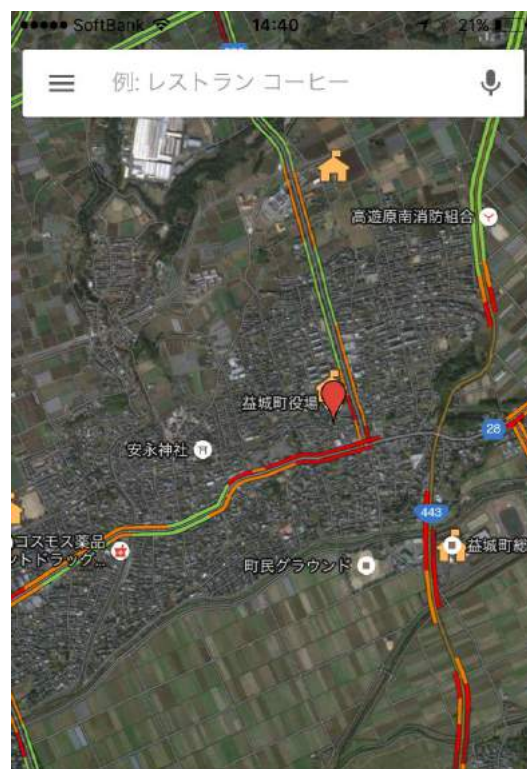


図2 Google Map による情報提供



平成28年熊本地震情報



平成28年熊本地震情報

図3 スマートフォン上の情報

2.7 まとめ

調査を終え、4月16日の夜に仙台に到着した。当初予定していた調査は不完全なものに終わってしまったが、19日には調査の報告会が開催された。以下は、当該初動調査のまとめとして報告会で示されたものである。その後、研究所内でいくつかの調査が実施され、支援活動や学術的交流も展開されている。それらについては、以降の章に譲りたい。

①古い建物に被害集中 新しい建物は軽微な被害

建築基準法の新耐震設計基準が施行される1981年以前に建設されたために、現行の耐震基準を満たさない、いわゆる既存不適格建物に被害が集中している。一方、最近の建物は全体的に被害が軽微である。既存不適格が数多く分布するのは、熊本に限らず日本全国の地方都市に共通する大きな問題である。

②ブロック塀被害が数多く点在

東日本大震災では、あまり見られなかったブロック塀の被害が数多く見られた。鉄筋が入っていない塀が数多くあり、それらが転倒している。

③断層沿いに被害が集中 特に瓦屋根の被害が多い

九州地方なので台風対策としての瓦屋根は有効だが、地震時にはトップヘビーな条件になるので、被害が出やすい。

④防災拠点の確実な耐震化の必要性

宇土市役所は、本震と繰り返し発生する余震による繰り返し荷重と建物自体の老朽化が大きな原因とは思われ、耐震性が十分でなかった可能性がある。市役所は病院や小中学校とともに必要な防災拠点であるため、周辺の建物よりも耐震性に優れた状態を保つべく、より確実なメンテナンスと必要に応じた補強の徹底が望まれる。阪神淡路大震災の神戸市役所の被害の教訓が十分に活かされていない。

⑤直下型被害地域が拡大、広域化

震度 5～6 レベルの余震が高頻度に発生するため、一般市民も行政も対応が難しく、大きなストレスとなる。少しずつ揺れの強い地域を変えながら頻発するので、直下型でありながら広域の被害のイメージを受ける。

⑥災害要援護者（高齢者を含む）に対するケア

高齢者比率の高い地域が被災した。避難所生活および今後の復旧・復興活動の中での十分なケアが必要である。

<参考文献>

- 1) 気象庁：「平成 28 年（2016 年）熊本地震」について（第 11 報，4 月 17 日 10 時 30 分現在），<http://www.jma.go.jp/jma/press/index.html?t=1&y=28>（2016.4.17 閲覧）
- 2) 杉安和也，村尾修：モバイル端末を活用した茨城県内における東日本大震災建物被害初動調査，シンポジウム「モバイル' 12」，133-136，モバイル学会，2012.3

第3章 地表地震断層

遠田晋次（東北大学災害科学国際研究所国際巨大災害研究分野）

岡田真介（東北大学災害科学国際研究所地盤災害研究分野）

石村大輔（首都大学東京都市環境学部地理環境コース）

高橋直也（東北大学大学院理学研究科）

ここでは、平成28年熊本地震に伴う地表地震断層（以下、地震断層）や関連した地表変状について調査した結果を報告する。調査は、平成28年4月16日（土）～4月30日（土）、5月7日（土）～11日（水）、6月11日（土）～16日（木）、平成29年3月15日～23日の期間で実施したものである。当グループは地震断層帯全域を一通り調査したが、詳細調査については大学合同調査グループ（熊原ほか、2016）に加わり西原村など特定の地域分担のもとで調査を実施した。ここでは、大学合同調査グループで共有してとりまとめた調査結果を総括して報告するものである。

3.1 熊本地震にともなう地表地震断層の概要

平成28年4月16日に発生した熊本地震（M7.3, Mw7.0）では、甲佐町・御船町・益城町・西原村・南阿蘇村にかけて、北北東から北東に延びる長さ約30kmの地表地震断層（以下、地震断層と呼ぶ）が現れた（図1）。これらは、阿蘇カルデラ内の約5kmの地震断層を除き、主として既知の日奈久断層と布田川断層（活断層研究会、1991；中田ほか、2001；池田ほか、2001）に概ね沿って出現し、1.0-2.5m程度の右横ずれ変位を伴った（図2）。

地震断層の分布域は、地震調査研究推進本部（地震調査研究推進本部、2013）の日奈久断層帯高野白旗区間の一部、布田川断層帯布田川区間にあたる。また断層帯中央部では、布田川断層に並走して北落ちの正断層型の地震断層も出現した。これも概ね既知の出ノ口断層（九州の活構造、1989；活断層研究会、1991）にあたる。

以下には各区間での調査結果を記す。

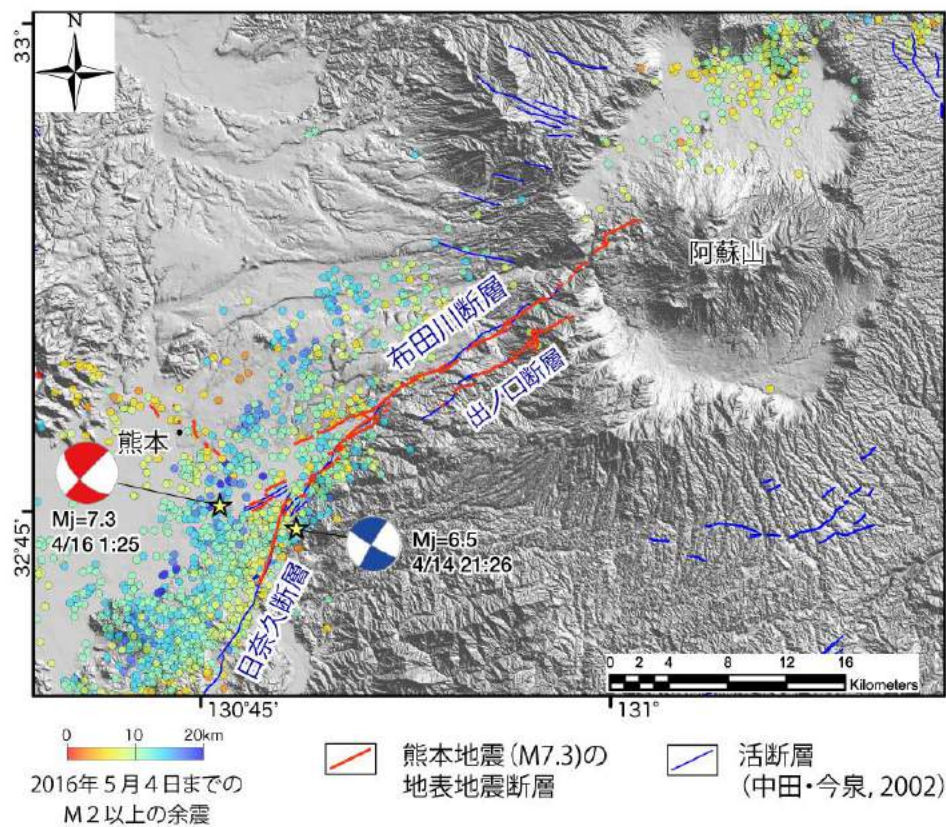


図1 平成28年熊本地震にともなう地表地震断層（赤線）と活断層（青線）の分布（熊原ほか, 2016）

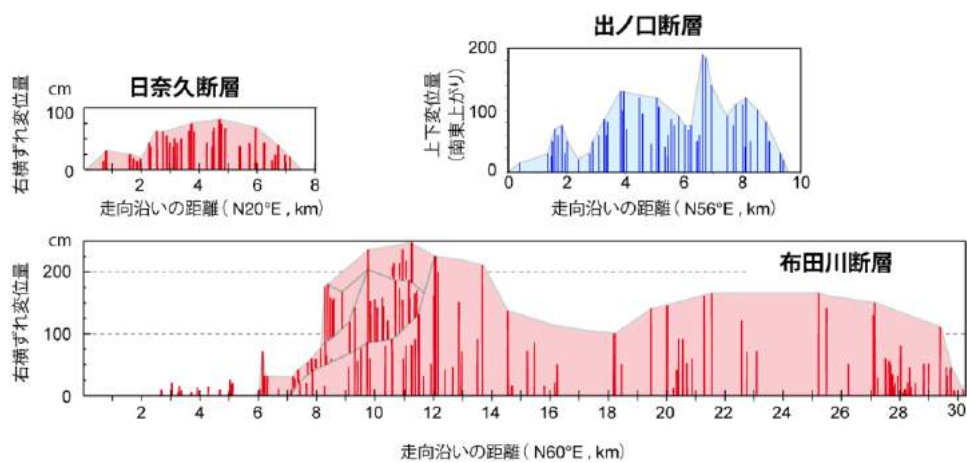


図2 日奈久断層北東端，布田川断層，出ノ口断層沿いに出現した地震断層の変位量分布

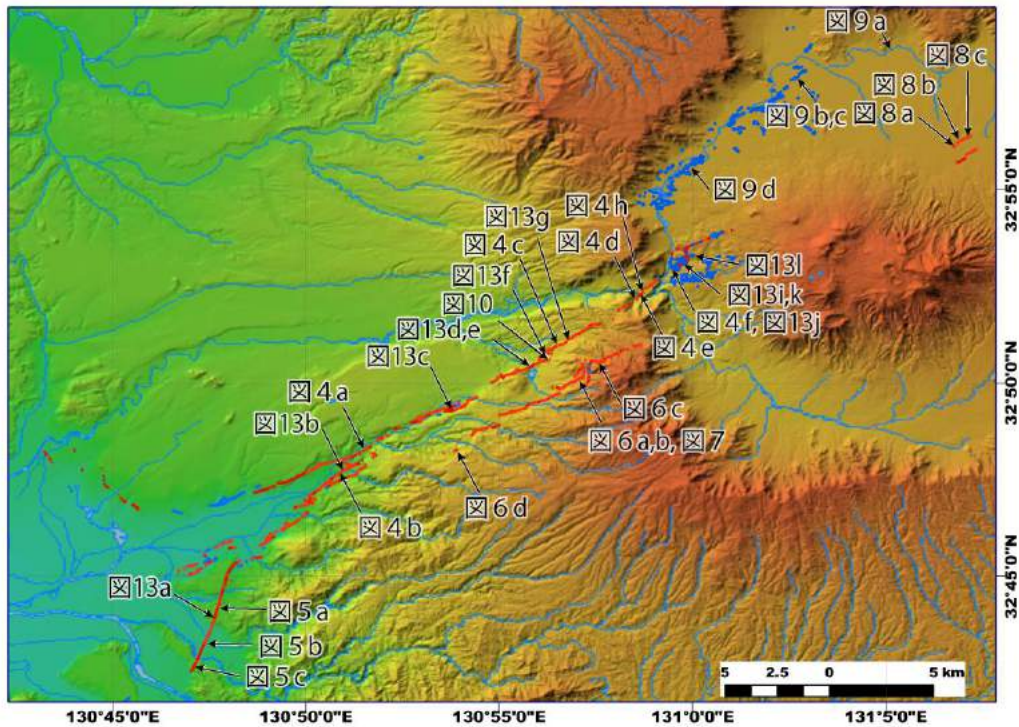


図3 調査写真位置図（赤：地表地震断層，青：その他の地表変状）

3.1.1 布田川断層沿いの地震断層

布田川断層では、益城町東部の堂園（どうぞん）地区で2.2mの最大の右横ずれを計測した。堂園地区では畑の畦や畝が断層によって明瞭に食い違っており（図4a）、断層はこの堂園から西に向かって大きく2つに分岐する。北側の地震断層は、木山川周辺の水田に約4kmにわたって出現し、西に向かって被害の大きかった益城町の中心部まで延びる。この断層トレースは既存の活断層図には示されていない。一方、南側の地震断層（図4b）は活断層線沿いに沿って西南西に延び、日奈久断層に合流する。これらの断層トレースはすべて右横ずれ変位を伴い、地震断層帯として変位量を合算すると、最大2.5mの右横ずれとなる。

益城町堂園から東に位置する西原村でも、概ね既知の布田川断層沿いに明瞭な右横ずれ断層変位を確認した。ただし、益城町側ほど連続性は良くなく、断続的に分布する区間もある。西原村では、地震断層は農業用の大切畑ダムの堤体を横切る。大切畑地区～桑鶴地区一帯では、最大約1.7メートルの右横ずれ変位を確認した（図4c）。地震断層はさらに西原村を抜け南阿蘇村へ連続する。この部分は渡辺ほか（1978）や活断層研究会（1991）によって向山断層と記されていた部分にあたる。地震断層は外輪山を構成する第四紀火山岩類を切り、鞍部列などの断層変位地形沿いに現れた（図4d）。南阿蘇村立野地区では、断層は南阿蘇鉄道のレールを横切り、カルデラ内に延びる。立野ダム放水路建設予定地の白川沿いにはほぼ90度で直立する断層面が露出しており、今回の地震時の右横ずれ変位によって、肌色を呈す断層面が新たに露出した（図4e）。断層面の走向はN55°Eを示し、地

震時右横ずれ変位量は 1.3-1.4m である。明瞭な断層粘土はフィルム状を呈し、南側の堅硬な安山岩溶岩に対し、断層の北側はカタクレーサイト（粉碎岩）から構成される。



図4 布田川断層沿いに出現した地震断層。a) 右横ずれ最大変位量 2.2m を計測した益城町堂園地区、b) 右横ずれによって民家が道路を塞いだ益城町三竹地区、c) 右横ずれ 1.65m を示す西原村桑鶴地区、d) 南阿蘇村立野地区白川左岸の逆向き地震断層崖。最大 1.8m の右横ずれを伴う、e) 立野地区白川右岸の断層露頭。鉛直にそそり立つ壁面が断層面。肌色の部分が、平成 28 年熊本地震で新たに露出した部分。f) 南阿蘇村阿蘇大橋の 200m 東に出現した地震断層。

3.1.2 阿蘇カルデラ内の地震断層

地震断層は南阿蘇村立野地区から黒川を隔てて北東に連続する。斜面崩壊によって落橋した阿蘇大橋の向かいの水田にも、約 1 メートルの右横ずれを示す地震断層を確認した（図

4 f). この地震断層は北東に向かって被害の大きかった黒川地区の集落内にまで延びる．その後，北にステップして，東海大学阿蘇校舎，阿蘇ファームランド内を横切り，南阿蘇村と阿蘇市の境界付近まで延びることを確認した．今回の地震断層トレースは，「新編日本の活断層」(活断層研究会，1991)をはじめ既存の活断層図に示されていないものである．火山活動による地形改変のために，断層変位地形の保存が悪かったものと考えられる．

3.1.3 日奈久断層沿いの地震断層

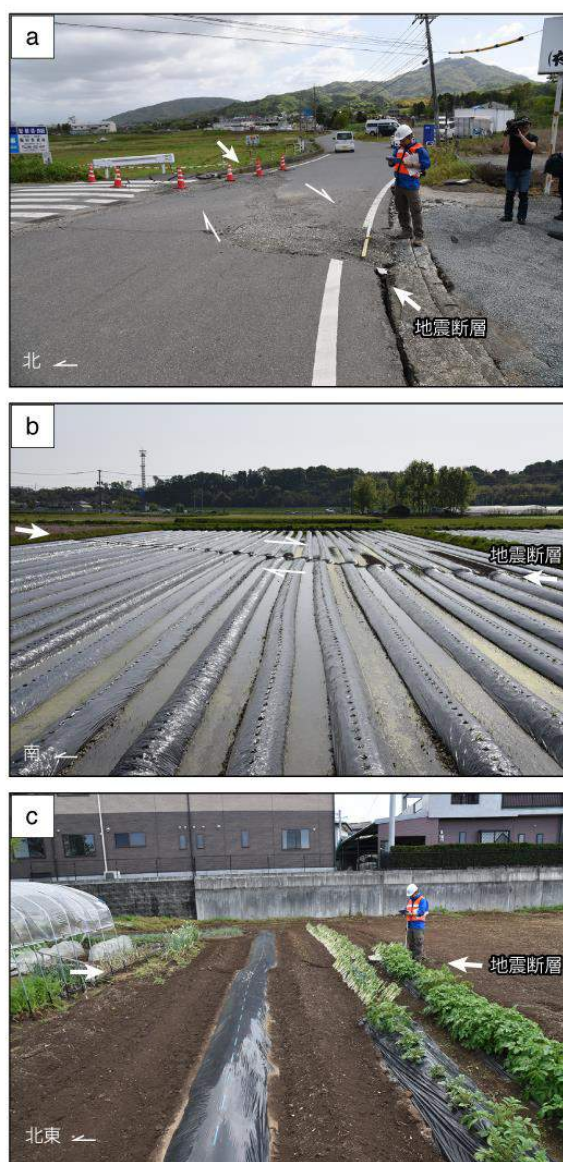


図5 日奈久断層沿いに出現した地震断層．a) 御船町高木地区，b) 畝を横切って出現した地震断層（御船町小坂地区），c) 地震断層帯南端付近でわずかに右横ずれを伴う（御船町平成音楽大学の西北西約 400m）

布田川断層から続く地震断層は、南西に向かって日奈久断層上へ連続する（図 1）。活断層図に示された両断層の接合部はシャープな「くの字」ではなく、円弧を描いて連続する。また、接合部から北西へも布田川断層の延長が約 2.5 km 連続するが、これらの変位は概ね 20 cm 以下である。

日奈久断層上の地震断層は、布田川断層と同様に右横ずれを示す。布田川断層に比べて変位量は小さく、御船町高木地区で最大約 70 cm である。地震断層を確認した約 5 キロメートルの区間ではきわめて連続性が良く、並走や分岐はみられず、上下変位はほとんど観察されない（図 5 a, b）。変位量は南西に向かって少しずつ減少し、御舟町小坂ではわずかに 25 cm 程度にまで減少する（図 5 c）。地震断層の南端は甲佐町の緑川右岸付近である。

3.1.4 出ノ口断層沿いの地表地震断層（布田～立野地区西原）

熊本地震では、右横ずれ変位を示す地震断層（布田川断層）に並走して、正断層変位による新鮮な断層崖が出現した。この正断層は地震断層帯中央部の西原村内に分布する。川原地区（図 6 d）を西端とし、俵山の北麓を通り、阿蘇外輪山カルデラ壁近傍に続く。断続的ではあるが、総延長は約 10 キロメートルに達する。主として北西側が沈降する動きを示し、上下変位量は最大で約 2 メートルに達する。露出が顕著な地点は俵山北麓の小森牧野で、斜面中腹には 1 メートル前後の比高を示す新鮮な断層崖が出現した（図 6 a, b）。崖には茶褐色を呈するクロボクや火山灰層が露出し、周囲の緑の牧草地とのコントラストが明瞭で、約 2km 離れた県道 28 号から目視で確認できた。

この正断層帯は、変動地形から判読されていた既知の出ノ口断層（いでのくちだんそう、九州活構造研究会、1989）に、概ね沿って出現した。地震断層を隔てて、牧草地斜面低下側（北側）は約 10 メートル以上下がっており、累積断層変位が確認できる（図 6a）。

地震断層ではなく地すべりによる滑落崖の可能性も考えられるが、1）崖の直線性、2）地すべりブロックの先端を示す地形の不在、3）斜面低下側（北西側）が隆起する共役の正断層（antithetic fault）の存在（図 7）から、表層の地すべりではなくテクトニック（造構運動）な活断層であると判断できる。

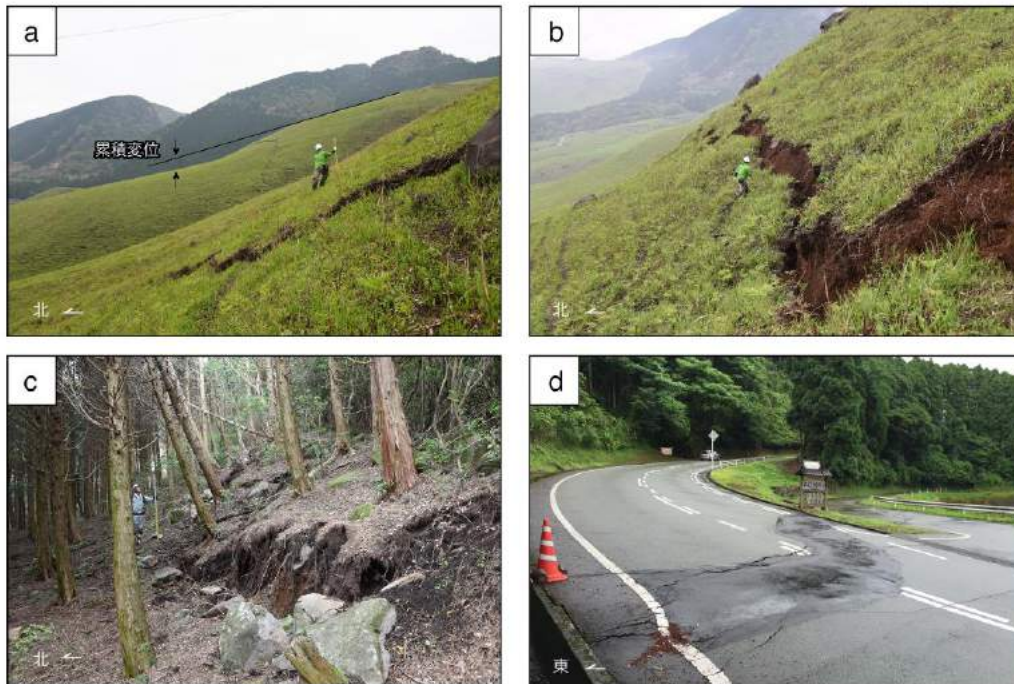


図6 出ノ口断層沿いに出現した地震断層．a) b) 西原村小森牧野．約1 m前後の北落ちの上下変位を伴う．累積上下変位も認められる．c) 西原村俵山北西麓の森林に出現した地震断層．断層沿いに倒木や斜面崩壊が多数見られる．d) 正断層タイプの地震断層南西端付近（西原村川原地区）．

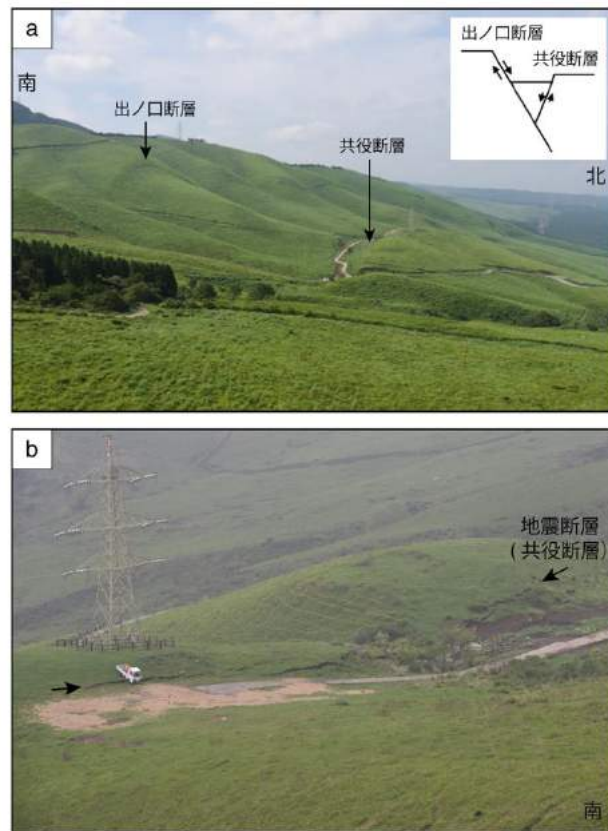


図7 西原村小森牧野に出現した出ノ口断層と共役の南落の正断層

3.1.5 熊本市街地に延びる地震断層

熊本市街地でも，東区健軍から白川までの長さ約 **5.4km** にわたり，北西走向に開口亀裂が断続的に発達する（図1）．この地表変状帯は，低断層崖と考えられる南西側下がりの崖地形（Goto et al., 2017）に沿って連続する．同センスの最大 **10 cm** の上下変位も確認された．これらの小規模な地表変状帯は，干渉 SAR 解析にみられる北西走向の複数の干渉縞不連続（国土地理院，2016；Fujiwara, 2016）にほぼ一致する．この地表変状帯に沿って，**5km** 以浅を震源とする余震活動がこの地震断層帯に沿って集中するが，大規模な余震は含まれていない．近傍の住民は，4月16日早朝に地変を確認している．このことから，この地表変状帯も本震時に現れた地震断層と解釈した．

3.1.6 阿蘇市 JR 宮地駅周辺の地震断層

阿蘇カルデラ内北東部でも約 **2 km** の地震断層を確認した．阿蘇カルデラ内北東の阿蘇市 JR 宮地駅周辺では，北東走向に長さ約 **2km** の区間で最大上下変位 **10cm** 程度，右横ずれ変位約 **5cm** の地震断層が認められる（図8）．この小規模な地震断層は，干渉 SAR 解析（国土地理院，2016）の干渉縞の食い違いとして検出されたもので，5月上旬の現地調査で確

認した. 本震地震断層帯の北東延長方向に位置するものの, 距離は約 12km 離れている (図 1). 阿蘇市宮地地区周辺では, 4 月 16 日本震以外にも同日 3 時 3 分に最大震度 5 強を記録する M5.9 地震が発生している. この地震の震源の深さは 6.9km と顕著に浅いことから, 同地震時に生じた地震断層と考えられる.

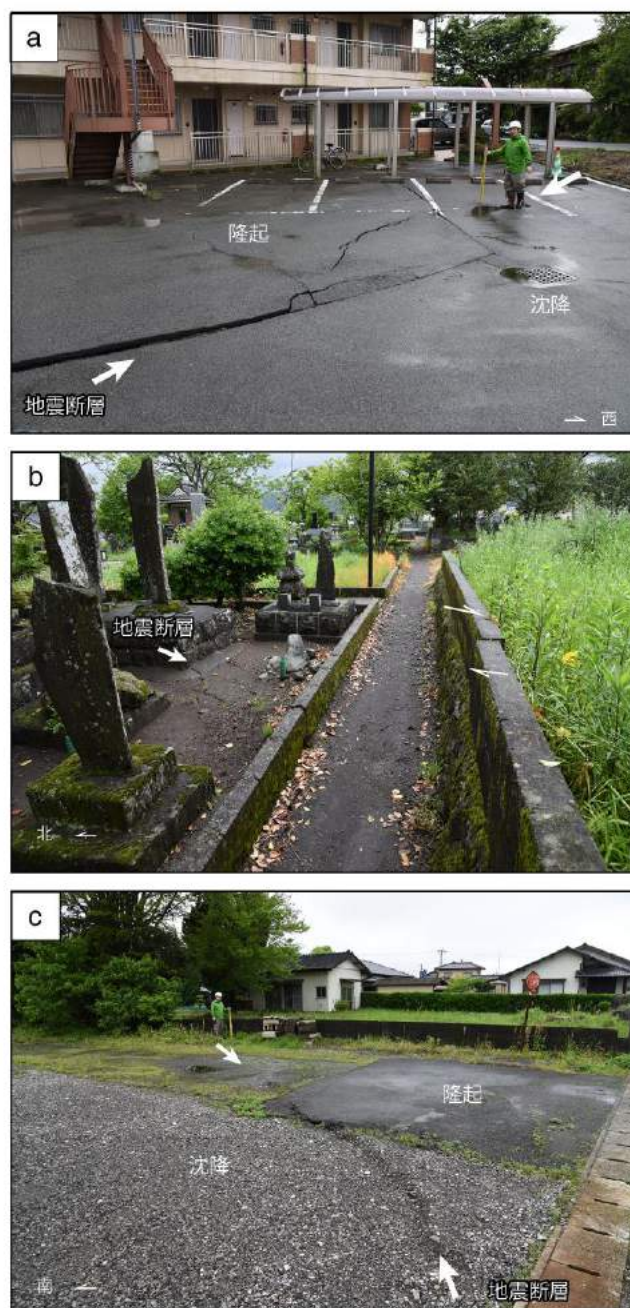


図 8 阿蘇市 JR 宮地駅付近に出現した最大余震に伴うと考えられる地震断層. a) アパートの駐車場アスファルトの約 10cm の段差, b) 墓地擁壁の 5cm 弱の右横ずれ変位. c) 阿蘇市古神地区の市営駐車場に現れた南落の上下変位.

3.1.7 阿蘇カルデラ内黒川地域の地表変状

今回の調査によって確認された本震の地震断層北東端は南阿蘇村と阿蘇市の境界付近までである。その北東延長部では明瞭な地表地震断層は見出されていない。しかし、図3の青線に示すように、カルデラ内北西部の黒川沿いには多数の地表変状が認められ、一部を地震断層と解釈する見方もある（例えば、Lin et al., 2016）。しかし我々は、現地調査と空中写真地形判読から、これらの変状を地震動に伴う液状化や表層地盤の側方移動と判断した（石村・遠田, 2016）。その後の他機関の調査・研究でもテクトニックな変形ではないことが確かめられている（例えば、向山ほか, 2016 ; Tsuji et al., 2017）。



図9 阿蘇カルデラ内の北西部～北部にみられる液状化や地盤の側方移動に伴う開口亀裂や上下変位。a) カルデラ内北部黒川沿いに認められる噴砂跡。b) c) 阿蘇市内牧地区の表層地盤の側方移動に伴う上下変位。d) 阿蘇市宮山地区の黒川左岸に認められる地表変状。

液状化にともなう噴砂の分布はカルデラ北部の低地部の広い範囲で認められる（図9a）。一方でカルデラの南部では、液状化と噴砂はほとんど確認されない。この差異の要因を明らかにするために国土地理院によって撮影された空中写真（4月16日撮影）を用いて、写真判読を行い、一部現地でも状況を確認した。カルデラ北部の液状化と噴砂は側方移動を伴うものと伴わないものに大きく分けられる。側方移動を伴うものは旧河道に沿って分布しているものも見られる。さらに干渉 SAR 画像（国土地理院, 2016）との比較を行ったと

ころ液状化・噴砂分布との対応が認められた。ただし、阿蘇市的石や内牧では地表変状の規模が大きく、長さは2km以上、主に北落ちの上下変位が最大2m近く認められた(図9b, c)。内牧に認められる同心円状の沈降もしくは水平移動(ブロック)の南北縁には液状化と噴砂が集中している。この大規模な地盤の沈降(もしくは移動)現象と関連が示唆される。また干渉SAR画像で干渉領域と液状化・噴砂分布の一致や局所的な変形(阿蘇市的石、下田代、広瀬)と側方流動の一致が確認できる。

空中写真においてカルデラ北部西方において赤色、それ以外の地点では灰色を呈する噴砂と思われる現象が認められた。現地調査の結果、それぞれの場所で赤褐色を呈する層厚1cmほどの泥と灰色を呈する細粒砂が確認された。特に旧河道沿いでは高さ10~20cmに達する砂火山が確認された(図9a)。また、調査時点で噴砂からの湧水が認められる地点もあった。

3.2 議論およびまとめ

3.2.1 熊本地震の地表地震断層の特長

平成28年熊本地震の地震断層は、分布形態の観点から、1)横ずれ断層の地表雁行配列とその階層性、2)並走する横ずれ断層と正断層によるスリップパーティショニング、3)主地震断層帯から10km以上遠方にまで及ぶ多数の誘発性の断層変位、の3つの特徴を有する。以下に、それぞれの特長をまとめる。

1) 横ずれ断層の地表配列とその階層性

熊本地震の地表地震断層の特徴は、断層トレースの杉型雁行配列(left-stepping en echelon faults)である。右横ずれに伴う典型的な配列であるが、数mから数kmオーダーまで段階的・階層的に生じている点が重要である(図10a)。メートルオーダーでは、モールトラック(mole track)と裂け目(fissure)を数mの波長で繰り返すなどの特徴がみられる(図10b)。100mオーダーの左ステップ(left-stepping)の典型は、阿蘇大橋河陽付近の地震断層と黒川対岸の立野の地震断層との関係で、両者間には幅150mのステップがある(図10c)。被害の大きかった河陽-黒川地区はこの圧縮ステップ場にあり、地すべりでは説明できない多数の地表断裂が観察される。このような様々なスケールでの杉型配列は、表層付近の被覆層(表土など)や非溶結の火砕流堆積物の層厚、地殻極浅部の強度不均質などが影響していると考えられる。熊本地震の地震断層に見られるステップ構造と変形帯の観察結果は、同様の横ずれ断層の断層変位ハザードや断層破壊過程、強震動予測に重要な示唆を与える。

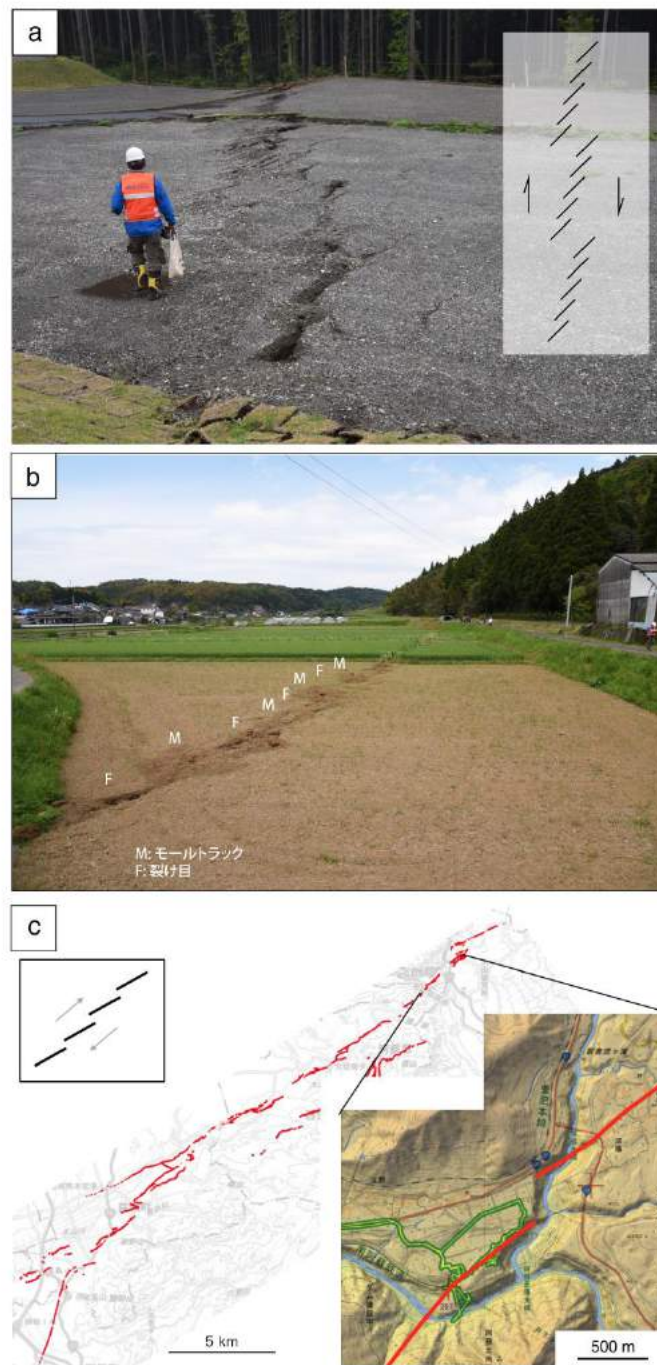


図 10 地震断層の階層状杉雁行配列. a) 西原村大切畑地区の駐車場に現れた地震断層. 2 階層の杉型雁行配列が観察される (右上模式図). b) 雁行配列にともなう小上下変動. モールトラック (mole track) と裂け目 (fissure) の繰り返しが認められる (益城町堂園地区). c) 数 100m オーダーの右ステップ構造. 立野地区では断層トレースの左ステップにともなう 150m 幅のギャップが認められる. この構造は黒川の屈曲と対応する.

2) 正断層とスリップパーティショニング

今回の地震断層のもう1つの特徴は、横ずれ断層（布田川断層）と北落ちの正断層（出ノ口断層）が約 10km にわたって並走することである。正断層は、一部は既知の出ノ口断層に沿って出現し（図 1 b），横ずれ断層との離隔距離は最大で 2km である。正断層の上下変位は概ね数 10cm～1m 強で横ずれ断層とほぼ同等の変位量を有す（最大で 2 m）。熊本地震の震源断層は、余震分布・干渉 SAR 解析等から北に 60°前後で傾斜し、顕著な正断層成分を伴って斜めずれしていると指摘されている（例えば、Kubo et al., 2016）。このことから、地下深部での斜めすべりが、地表で横ずれと縦ずれに分担されるスリップパーティショニング（slip partitioning）現象が生じたと推定される（Toda et al., 2016）。布田川断層が正断層成分を持つことは、同断層の東北東走向と別府-島原地溝帯の南縁に位置することと整合的である。当区間では浅部の余震が少なく、余震発生にも影響を与えている可能性がある。海外の地震では報告例があったが（King et al., 2005），国内ではおそらく初めての事例と思われる。縦ずれ断層と横ずれ断層が数 km 以内に位置する例は、四国～和歌山の中央構造線活断層帯や、琵琶湖西岸断層帯と花折断層帯など国内に複数例がある。今回のスリップパーティションを理解することは、地表の断層分布から地下の震源を適確に把握し、地震規模や破壊域を推定するうえで、きわめて重要である。

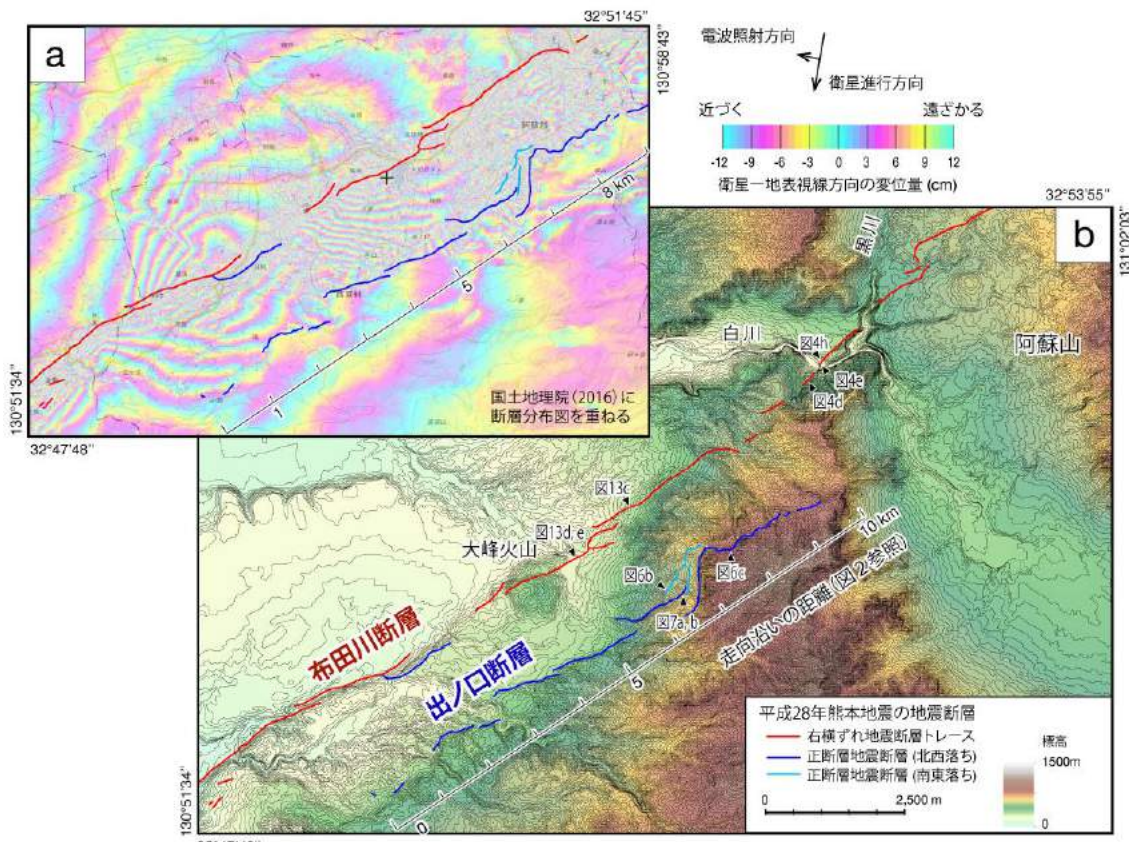


図 11 右横ずれ断層（布田川断層）と正断層（出ノ口断層）の並走区間。a) 干渉 SAR 解析図（国土地理院，2016）と地震断層分布。b) 両断層沿いの地震断層の詳細分布と地形。

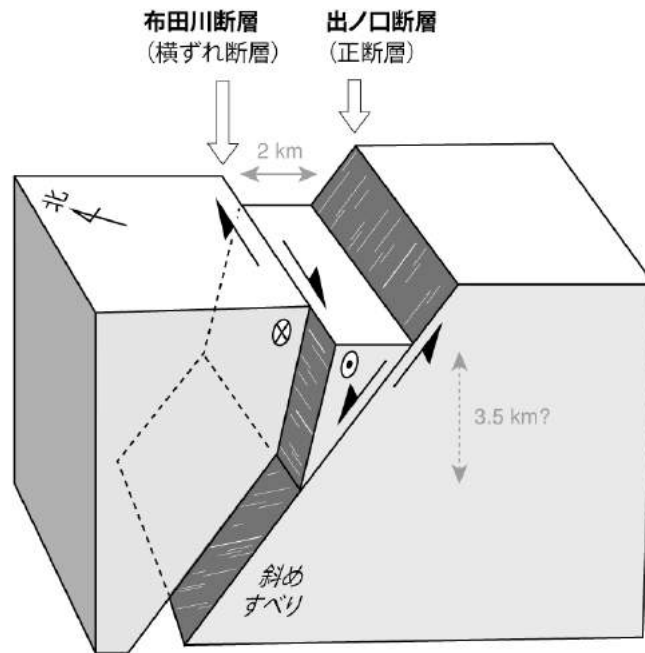


図 12 熊本地震で発生したスリップパーティショニングの模式概念図

3) 副断層，誘発断層変位，余震時に現れた地震断層

熊本地震では，主地震断層帯から 10km 以上遠方にまで多数の地表断層変位が確認された．衛星からの干渉 SAR 解析によって面的に地殻変動が捉えられるようになったために，検出が可能になったものである．このような主断層帯外の小変位は 200 個以上にのぼると指摘されている (Fujiwara et al., 2016)．

これらの地表地震断層は，地震活動を伴う地表変位と地震活動を伴わない地表変位に分けられる．前述の阿蘇カルデラ北東部の JR 宮地駅周辺の地震断層は，阿蘇カルデラ中央火口丘を隔てて，本震震源から約 12km 北東に位置しており，約 1.5 時間後に発生した M5.9 余震によるものである可能性が高い．一方，熊本市街地を北西走向に約 5.4km 延びる地震断層は本震時に出現したと考えられるが，小余震を多数伴う．さらに，阿蘇外輪山西部にも多数の東西走向の干渉縞の不連続が認められ (Fujiwara et al., 2016)，国土地理院によって最大 40cm 程度の上下変位が確認されている．

副断層や遠地誘発断層の変位データは，主断層沿いの断層変位と比較するとデータの数が少ない．過去の地震断層分布図には副断層が数多く見落とされている可能性がある．測地技術の発達によって，このような副断層や小変位が見出されるようになり，地震断層の複雑な分布傾向が明らかになりつつある．今後継続的に高精度のデータの蓄積することによって，より詳細で信頼度の高い断層変位ハザード評価が可能になるものと思われる．

3.2.2 地表断層変位による構造物被害

近傍の活断層に対して重要構造物の安全性を担保するためには，地震動だけではなく断

層変位への十分な対応が迫られる。そのためには、地震時の断層出現位置と変位量を予め把握し、断層を回避するか工学的対策をたてることが重要となる。

熊本地震では、地震動による建物倒壊だけではなく、地震断層変位による道路や橋、住宅など構造物の被害を多数確認した（図 13）。一般住宅の被害は、益城町中心部、益城町南部の木山川左岸の集落沿い、益城町東部の布田川沿い、西原村大切畑地区、南阿蘇村河陽地区・黒川地区で目立った。断層変位は横ずれが主体であったため、断層の真上に位置する家屋の横ずれ剪断破壊や歪みが主であるが（図 13a, b）、同時に数十 cm の上下変位によって損壊した木造家屋や納屋も認められた（図 13c）。南阿蘇村では、断層変位による学生アパートの歪みや傾動、大規模損壊などが目立った（図 13i-l）。ただし、地震動による損壊との分離は困難で、地震動と断層変位の相乗効果による影響も考えられる。

ダムや送電鉄塔、橋梁、トンネルなども大規模構造物の被害も認められた。西原村では、地震断層は農業用の大切畑ダムの堤体を横切り、ダム堤体（堤体上の県道 28 号線）を約 1.5 メートル右横ずれさせた（図 13 d）。また、地震断層は近傍の百万ボルト鉄塔の基礎を直撃した。鉄塔中央部の歪みの原因になった可能性がある（図 13f）。さらに、桑鶴地区の桑鶴大橋も直下を地震断層が通過し、橋脚付け根の右横ずれによる被害を受けた（図 13e）。

今回の地震断層の出現位置と変位量は、事前にどの程度予測できたのか。地震断層全域を A4 1 ページに納める程度に縮小表示すると（図 1）、阿蘇カルデラ内の断層と益城町中心部へ延びる断層線を除き、ほぼ活断層の位置と地震断層は一致する。しかし、1:25,000 スケールの地形図まで拡大すると、出現位置は既存の活断層トレースに必ずしも沿うものではない（図 14）。断層の分岐や雁行配列、走向の変化にともなう位置のずれが目立つ。したがって、一部の明瞭な断層変位地形の部分を除いて、ピンポイントでの予測は困難である。ただし、山間部の現地踏査では、1:25,000 地形図に表れない断層変位地形を地震断層沿いに読み取ることができる。航空レーザー計測等による精密な地形データの取得によって、詳細な活断層の抽出と位置精度の向上が期待できる。また、ハザードの提示・注意喚起にあたっては、単一断層線ではなく断層帯として幅を持たせた表示法も考えられる。



図 13 地震断層による構造物の被害. a) 日奈久断層の約 50cm の右横ずれ変位による建物壁とブロック塀の歪み（御舟町高木地区），b) 右横ずれ変位で生じたガレージの歪みと基礎の破壊（益城町三竹地区），c) 地震断層崖直上の倒壊した木造の納屋（西原村日向地区），d) 地震断層が堤体を横切った大切畑ダム（西原村大切畑地区），e) 1.5m 右横ずれした大切畑ダム堤体上の県道 28 号線（西原村大切畑地区），f) 地震断層によって基礎が傾き鉄塔中央部に歪みが生じた送電線鉄塔（西原村大切畑地区）

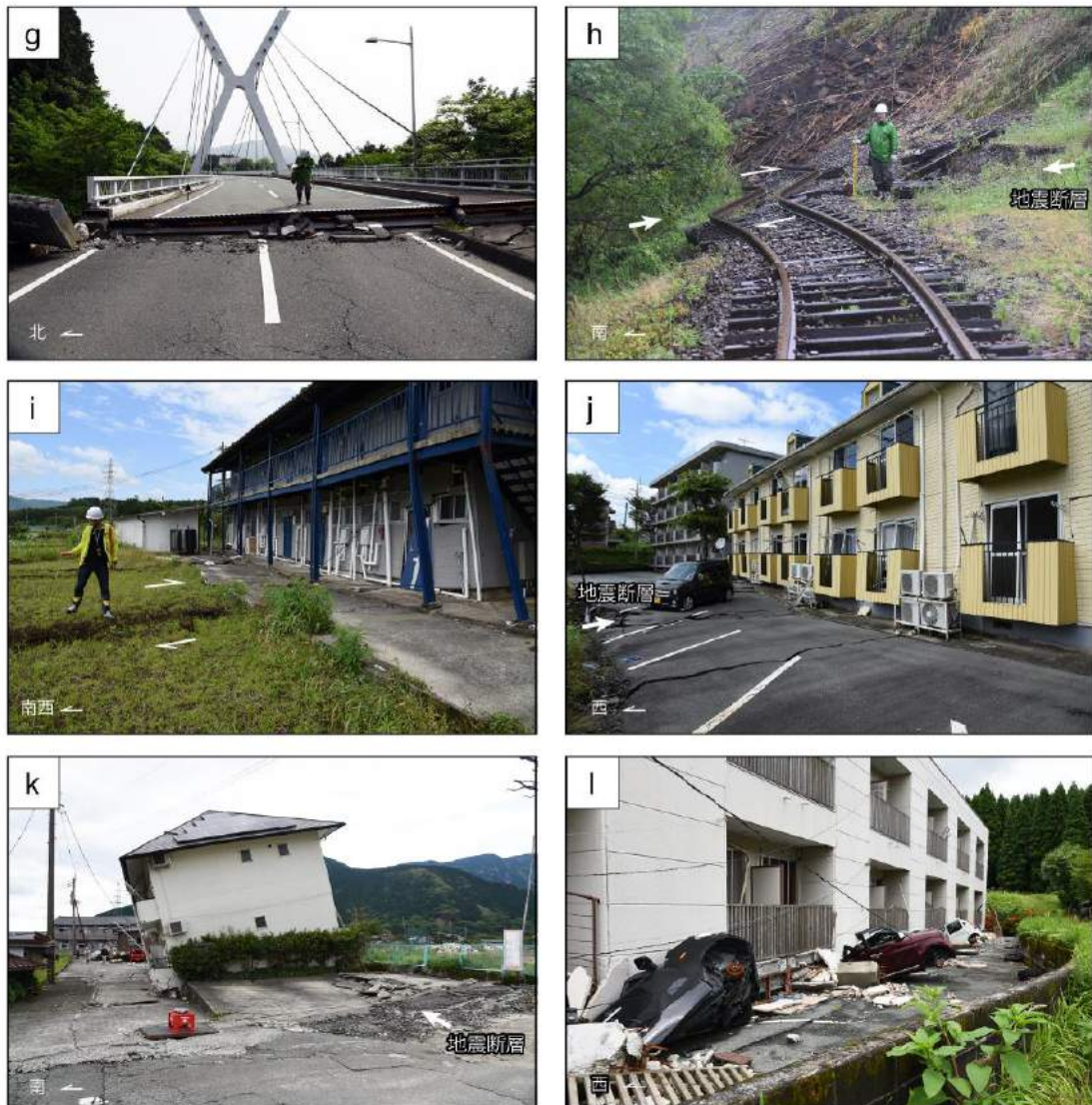


図 13 (続き) g) 橋梁接合部にみられる右横ずれ変位 (桑鶴大橋, 西原村桑鶴地区), h) 地震断層の右横ずれ変位によって変形した南阿蘇鉄道のレール (西原村立野地区). 道路のような人工構造物は断層で明瞭に変位するが, レールは右横ずれ運動によって 1 メートル強曲げられ, その反動で全体としては S 字状に変形していた. i) 基礎が右横ずれ変位し歪んだ学生アパート (南阿蘇村黒川地区), j) 基礎が右横ずれ変位し歪んだ学生アパート (南阿蘇村河陽地区), k) 地震断層変位によって傾いた学生アパート (南阿蘇村黒川地区). 1 階部分が潰れている. l) 横ずれ地震断層の近傍の地表変状 (副断層と推定される) によって 1 階部分が潰れた 3 階建てアパート (南阿蘇村黒川地区).

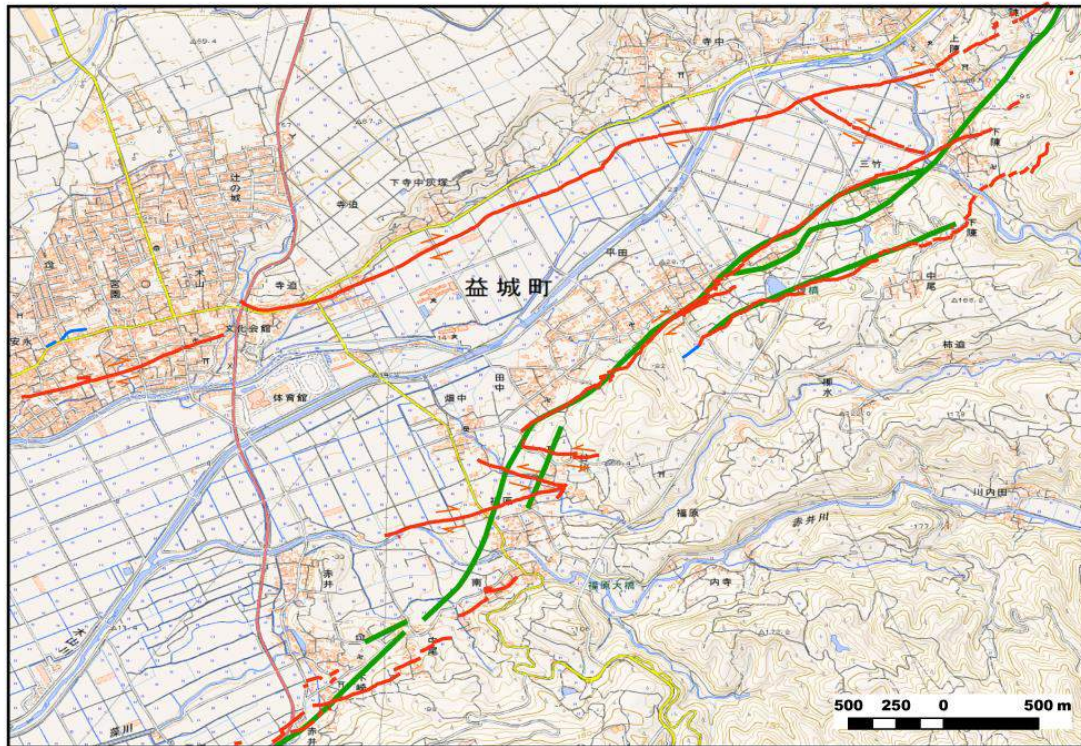


図 14 布田川断層西部の活断層（緑線，池田ほか，2001）と平成 28 年熊本地震で現れた地震断層（赤線）との比較.

<参考文献>

- 1) 国土地理院，平成 28 年熊本地震に関する情報，2016，
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-kumamoto-earthquake-index.html>
- 2) Fujiwara, S., H. Yarai, T. Kobayashi, Y. Morishita, T. Nakano, B. Miyahara, H. Nakai, Y. Miura, H. Ueshiba, Y. Kakiage and H. Une, Small-displacement linear surface ruptures of the 2016 Kumamoto earthquake sequence detected by ALOS-2 SAR interferometry, *Earth, Planets and Space*, 68, 160, 2016.
- 3) Goto, H., H. Tsutsumi, S. Toda, and Y. Kumahara, Geomorphic features of surface ruptures associated with the 2016 Kumamoto earthquake in and around the downtown of Kumamoto City, and implications on triggered slip along active faults, *Earth, Planets and Space*, 69, 26, 2017.
- 4) 池田安隆・千田 昇・中田 高・金田平太郎・田力正好・高沢信司，2001，1 : 25,000 都市圏活断層図「熊本」，国土地理院技術資料 D・1-No.388.
- 5) 石村大輔・遠田晋次，阿蘇カルデラ内に認められる 2016 年熊本地震に伴う液状化と噴砂の分布，2016 年 5 月 25 日，日本地球惑星科学連合連合大会 2016 年大会講演要旨，

2016.

- 6) 活断層研究会編,「新編 日本の活断層—分布図と資料—」, 東京大学出版会, 437p, 1991.
- 7) King G, Klinger Y, Bowman D, Tapponnier P, Slip-partitioned surface breaks for the Mw 7.8 2001 Kokoxili earthquake, China. *Bull Seismol Soc Amer* 95, 731-738, 2005.
- 8) Kubo, H., W. Suzuki, S. Aoi, and H. Sekiguchi, Source rupture processes of the 2016 Kumamoto, Japan, earthquakes estimated from strong-motion waveforms, *Earth, Planets and Space*, 68, 161, 2016.
- 9) 熊原 康博, 後藤 秀昭, 中田 高, 石黒 聡士, 石村 大輔, 石山 達也, 岡田 真介, 楳原 京子, 柏原 真太郎, 金田 平太郎, 杉戸 信彦, 鈴木 康弘, 竹竝 大士, 田中 圭, 田中 知季, 堤 浩之, 遠田 晋次, 廣内 大助, 松多 信尚, 箕田 友和, 森木 ひかる, 吉田 春香, 渡辺 満久, 2016 年熊本地震に伴う地表地震断層の分布とその特徴, 2016 年 5 月 25 日, 日本地球惑星科学連合連合大会 2016 年大会講演要旨, 2016.
- 10) 九州活構造研究会編,「九州の活構造」, 東京大学出版会, 553p, 1989.
- 11) Lin, A., T. Satsukawa, M. Wang, Z. Mohammadi Asl, R. Fueta, and F. Nakajima, Coseismic rupturing stopped by Aso volcano during the 2016 Mw 7.1 Kumamoto earthquake, Japan, *Science*, doi:10.1126/science.aah4629, 2016.
- 12) 向山 栄・佐藤 匠・本間信一・山口恭子, 2016, 数値地形画像マッチングによる平成 28 年熊本地震における地表変動解析, 日本応用地質学会, 平成 28 年研究発表会講演論文集, 1-2.
- 13) 中田 高・岡田篤正・千田 昇・金田平太郎・田力正好・高沢信司, 1 : 25,000 都市圏活断層図「八代」, 国土地理院技術資料 D・1-No.388, 2001.
- 14) 中田 高・今泉俊文編, 活断層詳細デジタルマップ. 東京大学出版会, 60pp+DVD-ROM2 枚, 2002.
- 15) Toda, S., H. Kaneda, S. Okada, D. Ishimura, and Z. Mildon, Slip-partitioned surface ruptures for the Mw 7.0 16 April 2016 Kumamoto, Japan, earthquake, *Earth, Planets and Space*, 68, 188, 2016.
- 16) Tsuji, T., J. Ishibashi, K. Ishitsuka, and R. Kamata, Horizontal sliding of kilometre-scale hot spring area during the 2016 Kumamoto earthquake, *Scientific report*, 7, article number: 42947, doi:10.1038/srep42947, 2017.
- 17) 渡辺一徳・靱倉克幹・鶴田孝三, 阿蘇カルデラ西麓の活断層群と側火口の位置, 第四紀研究, 18, 89-101, 1978.

<謝辞>

調査にあたっては, 文部科学省特別研究促進費(研究課題: 2016 年熊本地震と関連する活動に関する総合調査(代表:九州大学: 清水 洋教授))のもとに実施した広島大学・千葉大学・東京大学地震研究所・京都大学などとの熊本地震地震断層大学調査グループ(熊原康博・

後藤秀昭・中田高・石黒聡士・石山達也・楮原京子・柏原真太郎・金田平太郎・杉戸信彦・鈴木康弘・竹竝大士・田中圭・田中知季・堤浩之・遠田晋次・廣内大助・松多信尚・箕田友和・森木ひかる・吉田春香・渡辺満久）の方々と情報とデータを共有した。また，JSPS プログラムで来日中のロンドン大学 Zoe Mildon さんには現地調査でのマッピングや変位計測を手伝っていただいた。記してお礼申し上げます。

第4章 木造建物の被害

柴山明寛（東北大学災害科学国際研究所災害アーカイブ分野）

ここでは、平成 28 年熊本地震に伴う木造建物被害の簡易悉皆調査した結果を報告する。調査は、平成 28 年 4 月 23 日（土）～ 4 月 24 日（日）の期間で強震観測点周辺の建物被害調査を実施した。本報告では、4 月 24 日（日）午前阿蘇郡南阿蘇村の木造建物の被害調査の結果のみについて報告する。

4.1 現地調査について

調査の対象とした地域は、阿蘇郡南阿蘇村の河陽地区及び黒川地区の木造建物の被害を中心に調査を実施した。調査地域を図 1 に示す。調査地域の選定は、報道等で被害が集中している報道がされたこと、地表面に断層が出現していることなどを理由に調査を実施した。調査時は、小雨の降る中で実施したが、本震から 1 週間程度しか経っておらず、余震による二次災害の危険性及び土砂災害の危険性が少なからずあったことから、安全を見て道路からの外観目視と写真撮影による調査とした。後述で示す被害判定結果については、建物に近づけなかったことから、あくまで参考程度の被害判定結果であり、自治体が行っている罹災証明のため被災建物調査と異なる場合があることを記載しておく。

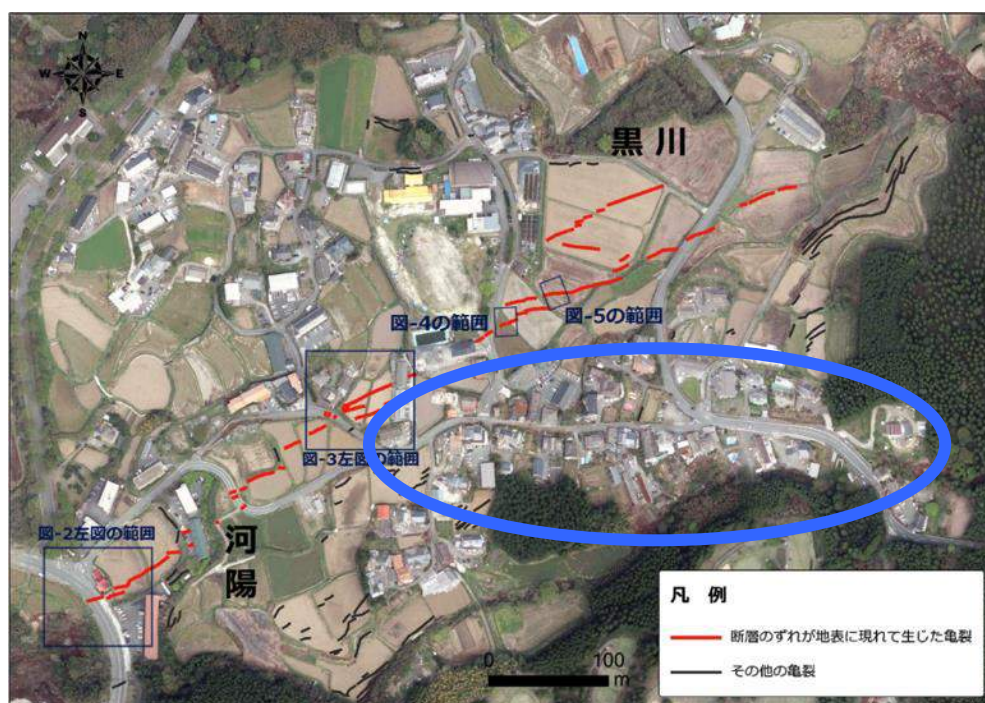

























図 1 国土地理院（平成 28 年熊本地震に伴う南阿蘇村河陽地区・黒川地区における地表の亀裂分布図）に調査地域を加筆¹⁾

4.2 木造建物被害調査方法及び被害判定方法について

木造建物の被災調査は、自治体が実施する応急危険度判定や罹災証明のための被災建物調査などがある。本調査では、これらの調査方法ではなく、日本建築学会が実施している外観目視による悉皆調査の方法を採用した。悉皆調査とは、ある一定エリアにある建物の被害状態に関する全数調査のことであり、建物の全数を調査することで被害の全体像の把握の目的と被害要因の解明のために行う調査である。

調査方法は、調査対象地域の建物全てに対して写真撮影を行う方法とした。これは、上記で述べた通り、二次災害の危険性を考慮しての措置である。通常は、一つ一つの建物に対して調査票を用いて調査を実施し、現場で被災度の判定が行われる。今回は、撮影した写真は、後日まとめ、写真から建物の被災度判定を行うこととした。木造建物の被害度判定には、日本建築学会の悉皆調査で用いられる岡田・高井²⁾の木造建物の破壊パターンとした(図2)。

Damage Grade		Damage Index											
無被害	D0	0.0	無被害	 Nd0					 Nd0				
一部損壊	D1	0.1	壁面の亀裂及び外装材の若干の剥落。	 Md1					 Md1				
		0.2											
	D2	0.3	屋根瓦・壁面のモルタル等の大規模な剥落。	 Md2					 Md2				
		0.4											
半壊	D3	0.5	2階の柱・梁・壁の一部が構造的に破壊されているが、内部空間を欠損するような被害は生じていない。	 Ud3	 Gd3	 Ed3	 Rd3	 Rd3	 Sd3				
		0.6											
	D4	0.7	2階の柱・梁・壁の破壊による。内部空間が欠損する。	 Ud4	 Gd4	 Ed4				 Sd4			
		0.8											
全壊	D5	0.9	2階の破壊される。もしくは2階が陥落する。	 Ud5-	 Ud5+	 Gd5-	 Gd5+				 Sd5		
	D6	1.0		 Cd6-					 Cd6+				

木造2階建て建物の破壊パターン				木造2階建て建物の破壊パターン				木造1階建て建物の破壊パターン			
-----------------	--	--	--	-----------------	--	--	--	-----------------	--	--	--

図2 岡田・高井²⁾の木造建物の破壊パターン

4.3 木造建物被害の判定結果

調査対象地域の40棟について被災度判定を行った。調査対象地域の木造建物の被災度判定結果を表1に示す。調査対象地域に関しては、木造建物の無被害は存在せず、半数以上が全壊・倒壊判定となった。また、倒壊棟数も14棟と調査対象地域の木造建物の約4割強が倒壊したことになる。さらに倒壊した建物の多くは、2階建ての1階部分のみが倒壊する

被害が目立った。その他の被害傾向として、建築時期が古くなるにつれて倒壊・全壊建物が目立つが、1981年以降に建てられた建物も数棟が倒壊又は全壊となっている。瓦屋根の有無による被害の傾向は見られず、スレート屋根でも倒壊している建物が見られた。

次に、調査対象範囲の被災度判定の空間分布を図3に示す。建物の倒壊・全壊が集中している場所はなく、全体的に分布していることがわかる。また、倒壊・全壊建物の間に一部損壊も見られた。これは、図3の右から左に地形が緩やかに傾斜しており、切り盛りの影響などの個々の地盤条件も異なる可能性も考えられる。

表1 調査対象地域の木造建物の被災度判定結果

被災度	Damage Grade	棟数	被災度別棟数
無被害	Nd0	0	0
一部損壊	Md1	5	12
	Md2	7	
半壊	Rd3	1	1
全壊	Gd4	2	6
	Ed4	4	
倒壊	Sd5	1	15
	Gd5-	8	
	Gd5+	6	
その他（納屋、S造等）		6	6
合計		40	40

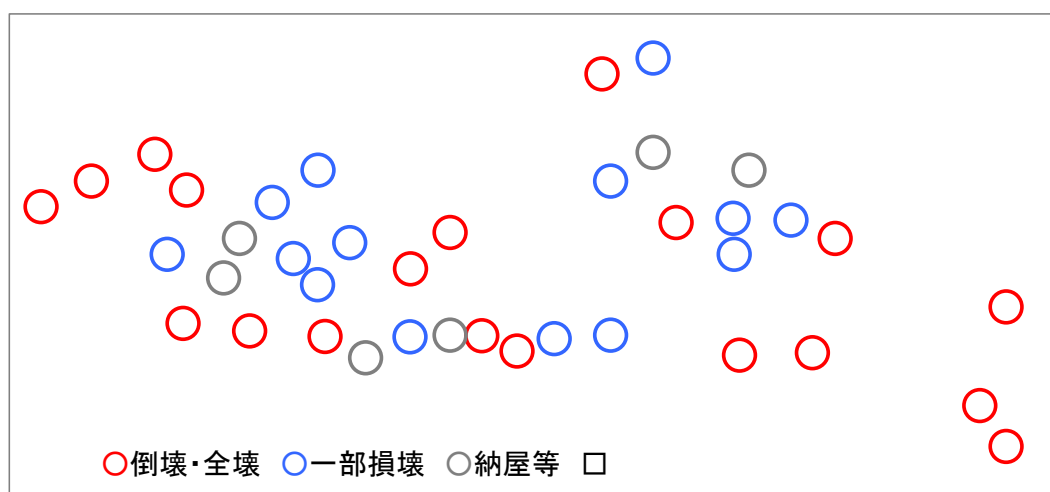


図3 調査対象地域の被災度判定の空間分布（建物が特定できないように背景地図削除）

4.4 調査対象地域の建物被害写真

以下に，調査対象地域の建物被害写真を示す．



写真1 比較的に建築年数が経っていないと思われる倒壊建物



写真2 集合住宅の倒壊建物（1階が層崩壊した建物）



写真3 集合住宅の倒壊建物（1階がRC造壁の車庫になっており，建物がずれ，車庫部分に落ち込んでいる建物）



写真4 断層直上で被災を受けた集合住宅

4.5 近年の地震災害との比較

図4に本調査対象地域の木造建物の被災度別被害、図5、図6に東日本大震災及び新潟県中越沖地震、能登半島地震地震の震度6強地域の木造建物の建築年代別被害を示す。震度6強の木造建物被害と今回の調査対象地域と比較した結果、倒壊・全壊の割合が50%を超える近年の地震災害は無く、今回の調査対象地域の被災度が高いことがわかる。さらに、1995年阪神淡路大震災で最も被害が大きかった東灘区の全壊又は大破の割合の35.41%³⁾より高い被害率であり、近年の災害の被害より被害が格段に大きかったことがわかる。

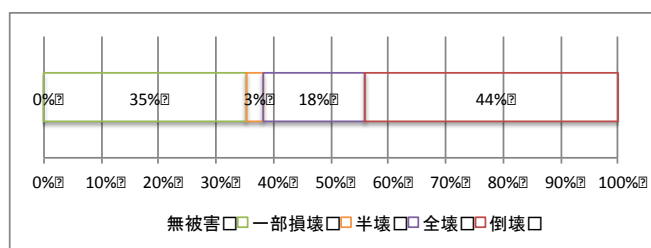


図4 本調査対象地域の木造建物の被災度別被害

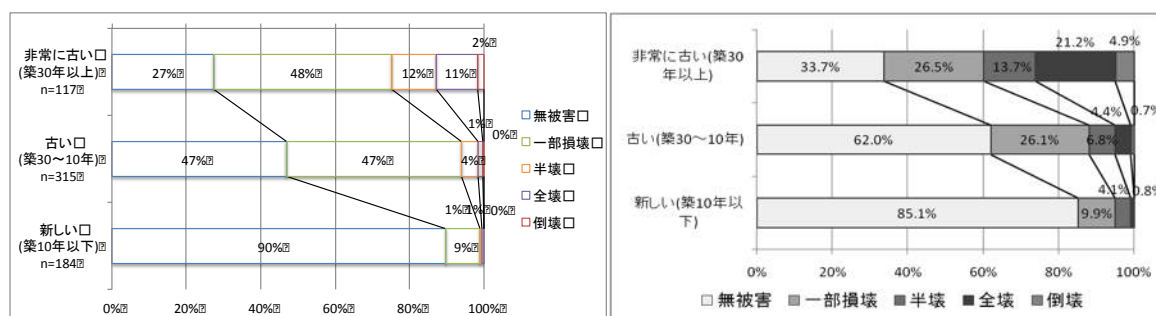


図5 木造建物の建築年代別被害

(左：東日本大震災の震度6強地域⁴⁾，右：2007年新潟県中越沖地震の震度6強地域⁵⁾)

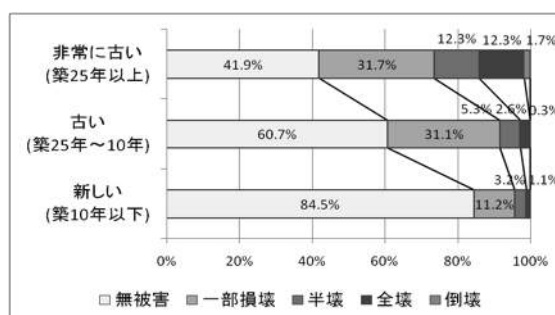


図6 木造建物の建築年代別被害

(2007年能登半島地震の震度6強地域⁵⁾)

4.6 まとめ

本報告では、阿蘇郡南阿蘇村の木造建物の被災度判定及び近年の地震災害との比較を行っ

た．南阿蘇村河陽地区・黒川地区の倒壊率は，阪神淡路大震災の東灘区の木造建物の被害率及び近年の木造建物の被害率より格段に大きいことが言える．被災要因としては，建築年代が古い建物（既存不適格建物）に被害が集中したこと，前震と本震の 2 度の大きな揺れにより建物の損壊が拡大したこと，などが挙げられる．また，瓦屋根の被害傾向は見られなかったものの，土葺き瓦を使用している住宅が多く，頭が重い建物の影響で被害が拡大したと思われる．

<参考文献>

- 1) 平成 28 年熊本地震に関する情報，国土交通省国土地理院，
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-kumamoto-earthquake-index.html>
- 2) 岡田成幸，高井伸雄：地震被害調査のための建物分類と破壊パターン，日本建築学会構造系論文報告集，第 524 号，pp.65-72，1999 年 10 月
- 3) 独立行政法人建築研究所：H7 兵庫県南部地震最終報告書，p9，
<http://www.kenken.go.jp/japanese/research/iisee/list/topics/hyogo/pdf/h7-hyougo-jp-all.pdf>
- 4) 日本建築学会：2011 年東北地方太平洋沖地震災害調査速報，日本建築学会，pp.88-92，2011 年 8 月
- 5) 日本建築学会：2007 年能登半島地震災害調査報告 2007 年新潟県中越沖地震災害調査報告，日本建築学会，pp.218-236，2010 年 3 月

第5章 社会基盤と地盤・斜面の被害

森口周二（東北大学災害科学国際研究所地域安全工学研究分野）

寺田賢二郎（東北大学災害科学国際研究所地域安全工学研究分野）

ここでは、平成28年熊本地震に伴う地盤や斜面および構造物（特に橋梁）の被害について調査した結果を報告する。調査は、平成28年4月30日（土）～5月1日（日）の期間で実施したものであり、主に益城郡益城町と阿蘇郡南阿蘇村を対象地域とした。

5.1 調査対象地域について

調査の対象とした地域は、下記の3ヶ所であり、その位置を図1に示す。なお、以降の説明では、下記3地域に分けて報告する。

- ① 南阿蘇村立野・河陽地区（道路・橋梁，土砂災害）

阿蘇大橋の被害およびその周辺

- ② 南阿蘇村河陽地区（道路・橋梁，土砂災害，宅地被害）

南阿蘇橋とその周辺，宅地被害，京都大学火山研究センター周辺の表層崩壊

- ③ 益城町（道路・橋梁，地盤変状）

断層付近の道路・橋梁の被害，家屋被害



図1 調査地域（Google Map に加筆）

5.2 南阿蘇村立野・河陽地区（道路・橋梁，土砂災害）の被害

ここでは，主に地震力によって落橋した阿蘇大橋とその周辺について調査した結果を示す．阿蘇大橋の位置は図2に示すとおりであり，国道57号線から国道325号線への接続部に位置する．崩壊後の周辺の様子を図3に，地震前後の阿蘇大橋の様子を図4に示す．これらの図は，国土地理院が公開している資料やデータに加筆して作成したものである．阿蘇大橋は，黒川に架かる橋梁であるが，ほとんど跡形もなく落橋し，隣接する斜面で大規模崩壊が発生していることが確認できる．図5は阿蘇大橋周辺の赤色立体図であるが，この図より，崩壊が発生した阿蘇大橋に隣接する斜面には，今回の崩壊部分とは別の崩壊の形跡が確認される．これらの崩壊がいつ発生したものであるかは不明であるが，長い年月を遡れば，過去にも崩壊が発生していたことが伺える．



図2 崩壊部分の位置（Google Map に加筆）

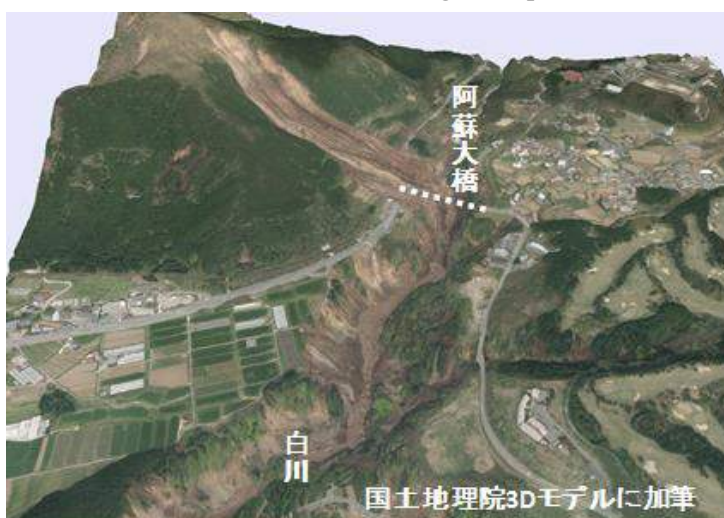


図3 崩壊部分の位置（国土地理院の公開資料¹⁾のキャプチャー画像に加筆）



図4 崩壊部分の位置（国土地理院の公開資料¹⁾に加筆）

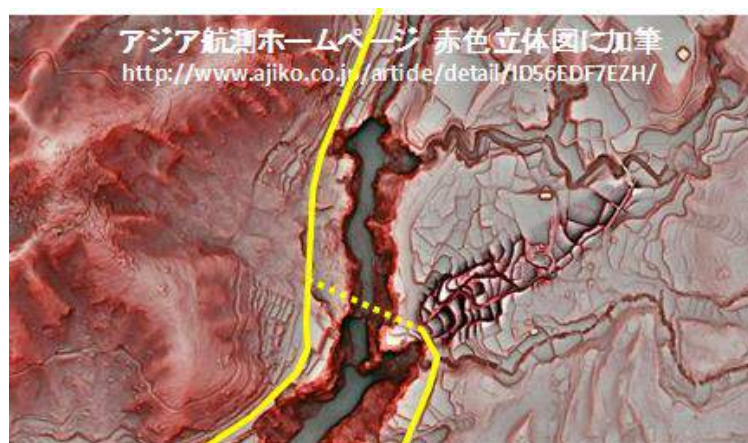


図5 赤色立体図（アジア航測作成の公開資料²⁾に加筆）

阿蘇大橋は、橋長 206m で片側 2 車線、1970 年に完成したトラス逆ランガー桁橋である。図 6 に示すように、斜面崩壊が発生した立野地区側に橋脚を 3 本有し、その他の部分は桁の下に設置されたトラスで支える構造である。大部分が落橋したが、右岸（立野地区側）と左岸で橋の一部が残っていた。図 7 は、右岸側に残った橋脚の写真であり、図 6 における 3 本の橋脚のうち、最も右岸側のものと思われる。残りの 2 本の橋脚は、現地で確認されなかったため、落橋に伴って河川へと落下したか、斜面崩壊によって発生した土砂で埋没したものと思われる。また、図 8 に示すように、左岸側には桁の一部が残っていた。図 9 は、左岸の橋台と桁のジョイント部の写真であるが、ジョイント部で複雑な変形の跡が確認されない。そのため、地震動によってジョイント部で大きな損傷を受けたということとは考えにくく、右岸側に向かって引っ張りを受けて落橋したのではないかと推察される。

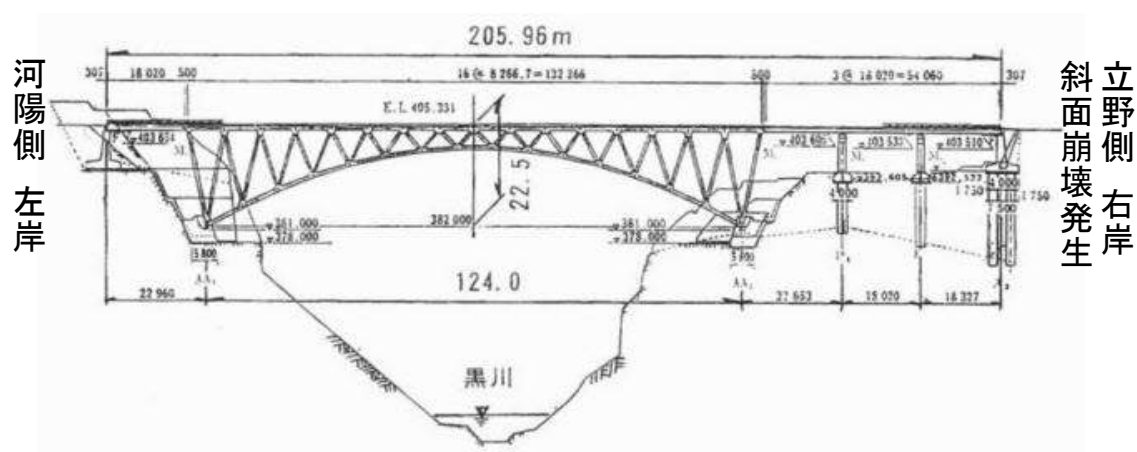


図 6 阿蘇大橋の図面（参考文献³⁾に一部加筆）



図 7 残った橋脚の一部（右岸：立野側）



図 8 残った桁の一部（左岸：河陽側）



図9 左岸側（河陽側）の橋台と桁のジョイント部

阿蘇大橋に隣接した斜面の崩壊の他にも、周辺では多くの崩壊が発生している。図11～14の写真は、図10の①～④の各箇所を撮影したものである。①は崩壊土砂に近接する箇所であり、その様子は図11に示している。土砂が堆積していない部分にはブルーシートが設置されていたため、表面の詳細な様子は確認できなかったが、ブルーシートの脇に見える亀裂の状態などから、この箇所は全体的に引張力を受けたと推察される。①の箇所から少し離れた②の箇所では、片側2車線で崩壊が発生していた。この箇所の様子は図12に示す。この部分の亀裂は盛り上がるように発生しており、この箇所では圧縮力が作用したと思われる。この亀裂の他にも、この近辺には圧縮を受けたと考えられる形跡がいくつか見られたため、②の箇所の路肩崩壊は、水平方向に圧縮されることによって可能性が高い。③の箇所は、黒川を挟んで対岸（左岸）であり、その箇所の様子は図13に示している。この箇所でも多くの崩壊が発生しており、落下寸前の車両や建物の一部に滑落崖がかかっているなどの状況も確認された。また、崩壊せずに残った部分でも、大きな亀裂が発生しており、河川側に向かって崩壊が発生しそうになっている状況が確認された。④も斜面崩壊とは反対側の対岸に位置する箇所であり、③の箇所と同様の崩壊が発生していた。この箇所の様子は図14に示している。このように、阿蘇大橋周辺では、河川に向かって多くの崩壊が発生しており、崩壊に至っていない部分でも不安定化している箇所が数多く存在していることが確認された。なお、これらの崩壊箇所の大部分は、盛土や切土などの人工的なり面ではなく、地山部であると思われる。

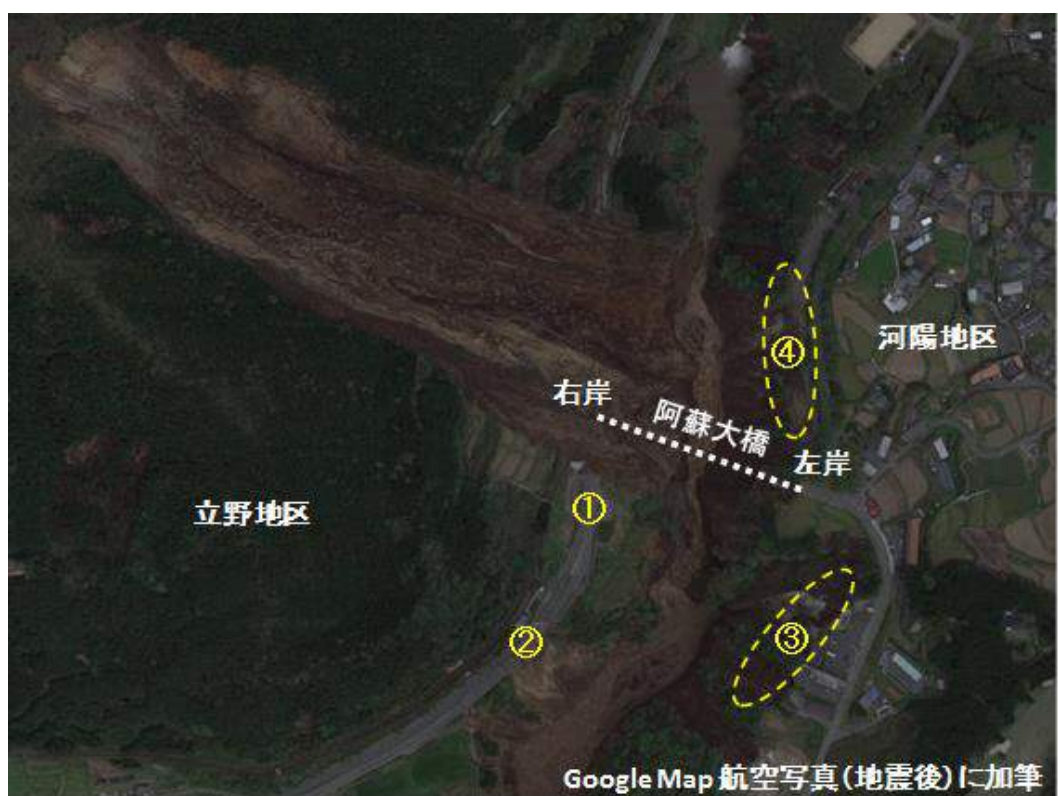


図 1 0 写真の撮影対象箇所 (図 1 1 ～ 1 4 の写真に対応)



図 1 1 撮影対象箇所①の様子



図 1 2 撮影対象箇所②の様子



図 1 3 撮影対象箇所③の様子



図 1 4 撮影対象箇所④の様子

ここで、阿蘇大橋の落橋が発生した時刻について整理する。既に多くの報道で住民の証言などが紹介されており、それらから考えて地震の最中、またはその直後に落橋したことはほぼ間違いない。ただし、ここでは、工学的な観点から落橋の時刻を推定できる判断材料が存在するため、そのデータを示す。阿蘇大橋は、黒川に架かっていた橋梁であるが、黒川は阿蘇大橋の下流で白川に合流する。その白川の水位観測所（立野観測所）の地震前後のデータが図14である。図15は、水位観測所と阿蘇大橋の位置関係を示したものであり、水位観測所が阿蘇大橋から見て下流側にあることがわかる。河川水位は4/16の午前1～2時の間に急激に低下している。この原因は、阿蘇大橋付近で発生した崩壊によって天然ダムが形成され、河川が堰き止められたためと考えられる。実際に、阿蘇大橋があった位置の下には、調査実施時点でも天然ダムの形跡が確認されている。そのため、落橋は地震の最中、またはその直後と考えて問題ない。なお、水位低下の後に急激な水位の上昇が確認できるが、この理由は天然ダムの許容量を超えてオーバーフローし、一気に流れ下ったためと思われる。

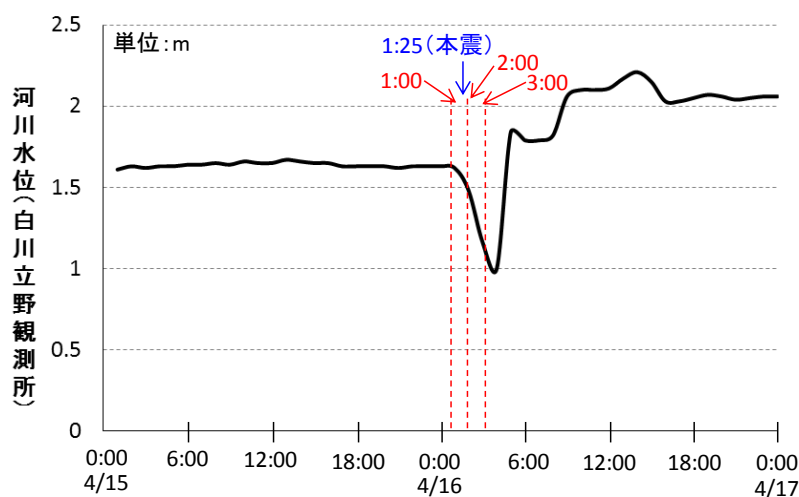


図15 本震（4/16 1:25）前後の白川の水位変動（立野観測所）⁴⁾



図16 立野観測所と阿蘇大橋の位置関係（Google map に加筆）

次に、阿蘇大橋周辺の地盤の動きについて整理する。図17は国土地理院が作成した試料であり、ALOS-2に搭載されているPALSAR-2のデータから作成した地盤の変動量を示す分布図である。この図の中に、阿蘇大橋の位置を加筆している。これより、布田川断層を境に地盤が逆方向に変動しており、布田川断層の先端に阿蘇大橋が存在していたことが理解できる。また、図18と図19に示すように、阿蘇大橋に近い河陽地区においても断層変位が地表面に現れていることが確認されている。この断層位置は、図20の黄色の線で表現した位置に存在し、阿蘇大橋とかなり近い位置関係にある。ただし、この断層は図16の中の布田川断層を延長した線から考えて少しずれた位置にある。そのため、必ずしも断言できるわけではないが、図20の断層の周辺で図17と同じような地盤変動の傾向があったのではないかと推察される。なお、図20には、図11と図12で説明した引張と圧縮の箇所も示している。断層の線の延長線を考えた場合、圧縮の箇所付近になるが、断層付近で地盤が逆方向に動いたとすれば、せん断によってこの部分が局所的に圧縮を受けたことと整合する。

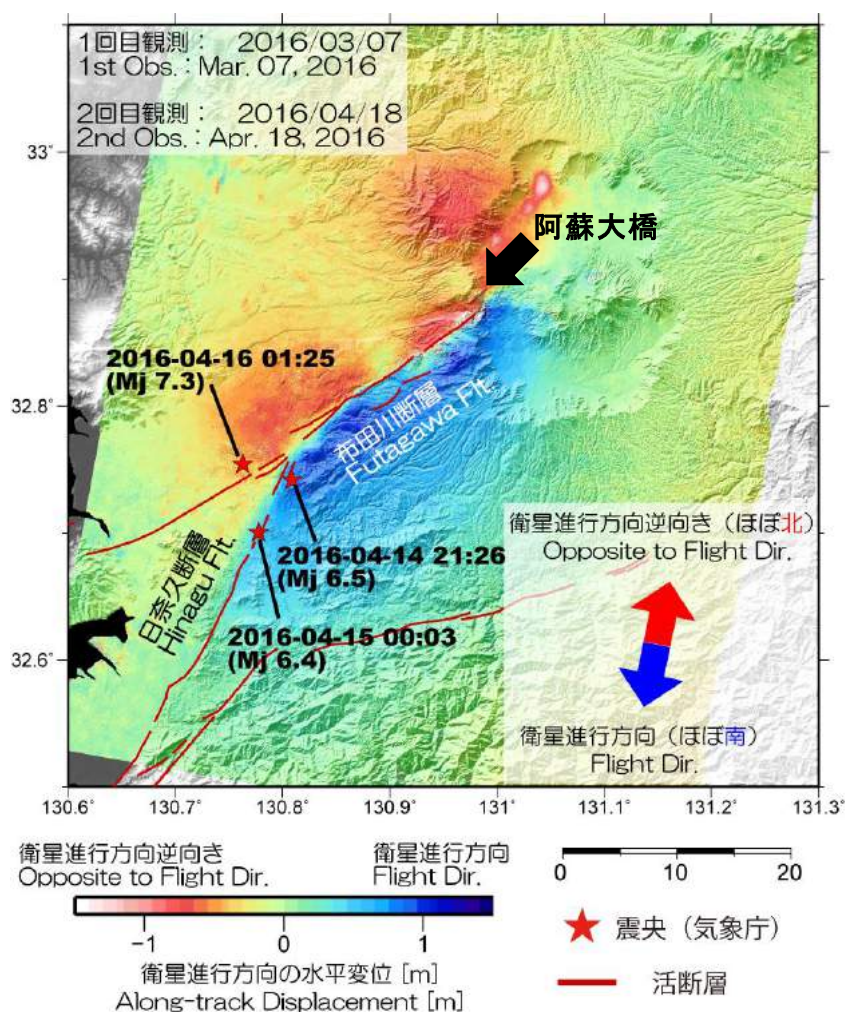


図17 国土地理院資料⁵⁾に加筆

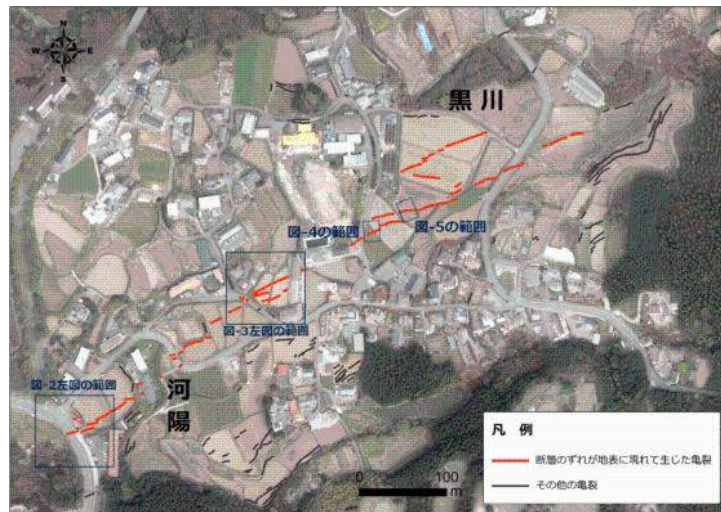


図 1 8 河陽・黒川地区の地表面亀裂¹⁾



図 1 9 地表面に現れた断層⁶⁾



図 2 0 断層の位置 (Google map 航空写真に加筆)

ここまで整理した情報に基づいて阿蘇大橋の落橋のメカニズムの説明を試みる。まず、斜面崩壊の土砂が堆積して乗載荷重の限界を超えたことが考えられるが、この可能性は低いと思われる。図10からわかるように、阿蘇大橋は土砂の流出範囲の中心からずれて位置しており、崩壊土砂の大部分はそのまま白川に流れ込んでいる。阿蘇大橋の上に堆積したとしても、それが原因となって落橋が発生するほどの大きな被害が発生させるとは考えにくい。次に、地震動によって阿蘇大橋自体が大きな被害を受けて落橋したことが考えられる。本調査で確認した限りでは、周辺の他の橋梁でも大きな被害が発生しているものの、落橋にまで至っている橋梁は阿蘇大橋だけであり、そのことを考えると、地震動による直接的な落橋も可能性が低い。最後に、橋台を支える地盤の変状に伴って落橋が発生したということが考えられるが、現段階の分析ではこの可能性が高い。先述のように、落橋は地震に伴って発生し、阿蘇大橋の近辺では断層の運動も影響して、地盤が複雑な動きをしている。このために、白川の両岸の崖部で多くの崩壊が発生しており、阿蘇大橋の橋台付近の崖部が崩壊した可能性は大いにある。図21は、阿蘇大橋が存在した位置の右岸の様子であり、黄色の点線が阿蘇大橋のあった位置を示している。図7の説明で記載したように、橋脚が残っているが、最も右岸側のものと思われ、残りの2本の橋脚とトラス部を支える橋台については存在しない。つまり、まずこの部分で崩壊が発生し、橋台や橋脚が落下、それによって阿蘇大橋の落橋が発生したのではないかと考えられる。地震動により直接的に崩壊が生じたのか、上部から流動してきた崩壊土砂が橋脚や橋台に衝突して崩壊を誘発したのかは、どちらもその可能性が残るが、このように足下からすくわれて落橋に至ったのではないかと考えられる。



図21 阿蘇大橋（右岸）の様子（国土地理院のUAV動画¹⁾のキャプチャー画像に加筆）

5.2 南阿蘇村河陽地区（道路・橋梁、土砂災害）の被害

まず、先述の阿蘇大橋から少し離れた位置に存在する南阿蘇橋とその周辺の被害について報告する。南阿蘇橋の位置は図2-2に示すとおりであり、阿蘇山の方向から白川に流れ込む河川に架かる橋梁である。図2-5に示すように、道路と橋梁のジョイント部で何かしらの変状があったようであるが、調査を実施した時点で既に応急対策が施されていた。図2-3からわかるように、先述の阿蘇大橋とは異なり、落橋にまでは至っていない。ただし、左岸側で免振ダンパーが破壊される被害が発生していた。図2-4に免振ダンパーの被害の様子を示す。また、図2-5は、左岸下流川の緩衝装置付近の様子である。緩衝装置はゴム製であり、そのゴムが橋台に接触した後が確認された。地震の最中に緩衝装置が機能したと考えられ、接触の痕跡から、左岸側では下流側へ移動するような動きがあったことがわかる。

図2-6は南阿蘇橋周辺の航空写真である。阿蘇大橋周辺と同じく、南阿蘇橋周辺でも多くの崩壊が発生していることがわかる。図2-6中に示した①の箇所（上流側）の様子は図2-7に示しており、この写真から、特に上流側では多くの崩壊が発生していることが確認できる。また、②の箇所は南阿蘇橋の下方の白川沿いに位置するキャンプ場（村営碧流キャンプ場）の様子であり、その様子は図2-8に示している。崩壊した土砂が建物やキャンプ場の敷地内に流れ込んで大きな被害が発生していることが確認できる。③の箇所は南阿蘇橋の左岸側の崖部であり、図2-6からも判別できるように、大きなクラックが発生している。この箇所に近づいてみると、図2-9に示すような状況であり、クラックの幅は50cm以上ある部分もあった。



図2-2 南阿蘇橋の位置
(国土地理院の公開資料¹⁾のキャプチャー画像)



図2-3 南阿蘇橋の写真
(右岸から撮影)



図 2 4 免振ダンパーの様子



図 2 5 左岸下流側の緩衝材が橋台に衝突跡



図 2 6 写真の撮影対象箇所 (図 2 7 ~ 2 9 の写真に対応, 国際航業資料に加筆)



図 2 7 写真対象箇所①の様子



図 2 8 写真対象箇所②の様子



図 2 9 写真対象箇所③の様子

次に、南阿蘇橋から少し離れたところに位置する宅地の被害について説明する。調査対象とした宅地の位置を図 3 0 に示す。この宅地に発生している亀裂は長く幅が大きいものが多く、図 3 1 に示したように、航空写真からこれらの発生状況が判読可能であった。この亀裂発生を調べることも含めて、この箇所を調査対象として選定した。図 3 2 は、年代の異なる航空写真でこの地域の変化を示したものである。1970 年代には宅地として造成されていないが、2004 年には概ね今回の地震前の状態になっている。住民の証言によれば、造成地として建設が終了したのが 20 年程度前とのことであり、1980～1990 年代に造成されたものと推察される。図 3 3 は、この地域周辺の 3D モデルのキャプチャー画像に加筆したものである。図 3 3 からわかるように、宅地造成地に隣接して河川があることがわかる。この河川の下流に先述の南阿蘇橋が存在し、河川の両岸が図 2 7 に示したような崖になっている。つまり、調査対象である宅地造成地は河川沿いの崖に隣接するように位置している。このために、図 3 4 に示すように、崖部付近で河川側に向かって崩壊や地盤変状が多数発生しており、それに伴って家屋被害が発生していた。

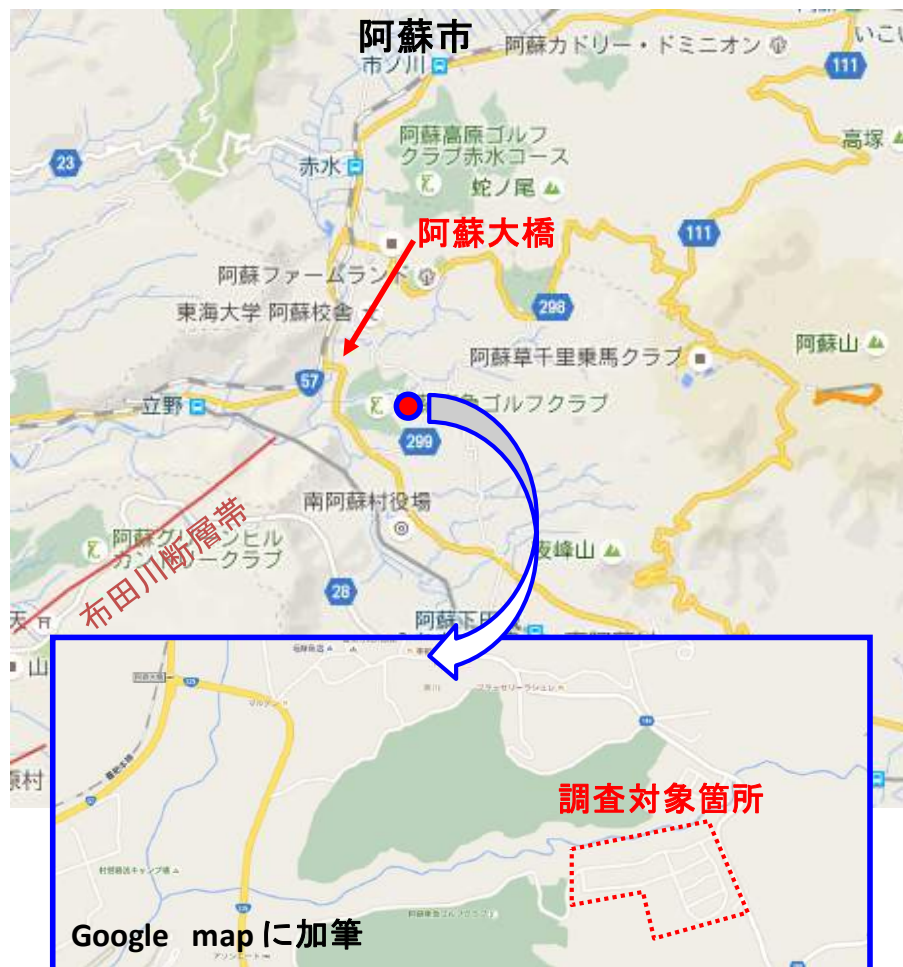


図 3 0 調査対象の宅地造成地の位置



図 3 1 宅地造成地およびその周辺の地表面亀裂 (Google map に加筆)



図 3 2 宅地およびその周辺航空写真（地理院地図航空写真 1974-1978 年，2004 年）⁸⁾



図 3 3 宅地およびその周辺の様子（地理院地図 3 D モデルのキャプチャー画像⁸⁾ に加筆）



図 3 4 宅地造成地およびその周辺の航空写真⁷⁾

宅地造成地の内部では、地盤変状に伴う多くの家屋被害が発生していた。その様子を図 3 5～3 8 に示す。これらの図には、震災前の様子と撮影箇所の地図上での位置を示している。図 3 5～3 7 は河川沿いの崖部に隣接する家屋であり、大きな地盤変状に伴い、家屋が傾いたり、変形したりしている。図 3 6 に示した家屋では、1 階部分が押しつぶされており、家屋自体が大きな被害を受けているが、この宅地造成地全体でこのような被害形態は多くはなく、地盤変状に伴う家屋の傾きや一部損壊が多く見られた。図 3 7 に示した被害が特に特徴的であり、家屋は大きく傾いているが、家屋そのものには大きな亀裂や変形が見られなかった。大部分がコンクリート製であり、地震動に対しては十分な強度を有していたと考えられるが、地盤の変状に伴って大きく傾きが生じたものと推察される。図 3 7 の家屋の所有する住民の証言によれば、4/16 の本震の前まではほとんど被害がなく、この宅地造成地の被害の大部分は本震で発生したものとのことであった。図 3 8 は、河川から離れた位置に存在する家屋であるが、図中に示すような大きな段差を伴う亀裂が発生していた。この亀裂は家屋の一部を通るように発生しており、河川側とは反対側に傾きが生じていた。なお、証言によれば、4/16 の本震直後には本調査時よりも大きな亀裂の段差が発生していたとのことで、その段差が徐々に解消されるように地面が動いているように感じられるとのことであった。なお、この家屋の周辺には、図中に示した亀裂の他に、家屋を挟んでこの亀裂に並行するようにもう 1 本の亀裂が発生しており、その 2 本の亀裂に沿ってその相田の家屋の部分が落ち込むような地盤変状が発生していた。

この宅地全体を踏査した結果、河川側とその反対側で大きな地盤変状が発生しているが、その間の一部の範囲では大きな地盤変状が発生しておらず、家屋被害も小さい範囲があることがわかった。この理由は次のように考えられる。図 3 9 は宅地造成地の等高線図であるが、崖部の手前の宅地部分が最も高くなっていることがわかる。このため、図 4 0 と図 4 1 に示すように、高くなっている部分を境にして、河川側とその反対側へ地盤の変状が発生しているのではないかと推察される。このため、その中間に位置する部分では、大きな変位が発生せず、被害が小さくなったものと思われる。これを裏付けるものとして、図 4 2 を示した。図 4 2 は、この宅地の本震前後の航空写真を重ねたものであり、中央には道路のズレが確認できるが、この結果からも宅地の河川側とその反対側で異なる動きをしていることが確認できる。

ここまで説明した状況から考えて、この宅地（特に河川側）では地盤が非常に不安定な状態にあると推察される。今後の梅雨や台風時期には、不安定化がさらに進む可能性があり、対策が望まれる。ただし、図 4 1 に示したように、不安定化している領域がかなり広範囲に及んでいると考えられ、抜本的な対策は非常に難しいのも事実である。詳細な調査を実施した上で、時間をかけてでも適切な対策を講じる必要がある。



図 3 5 地盤変状と家屋被害（その 1）（Google map に加筆）



図 3 6 地盤変状と家屋被害（その 2）（Google map に加筆）



図 3 7 地盤変状と家屋被害 (その 3) (Google map に加筆)



図 3 8 地盤変状と家屋被害 (その 4) (Google map に加筆)



図 3-9 等高線図(国土地理院資料¹⁾に加筆)



図 4-0 地盤の動き (Googlemap に加筆)



図 4-1 地盤の動き (地理院地図 3D モデルのキャプチャー画像⁸⁾ に加筆)



図 4-2 地震前後の道路のズレ (国土地理院資料¹⁾に加筆)

次に、阿蘇大橋の東側に位置する京都大学火山研究所周辺（高野台地区）の大規模斜面崩壊について報告する．図4-3は崩壊箇所の位置を示しており，図4-4はその周辺の航空写真を示したものである．図4-5は地震前後を比較したものであり，黄色の線は崩壊土砂の流出範囲を示している．図4-5に示したように，最も大きな崩壊は火山研究所から見て南西の方向で発生しており，3方向に土砂が流出していることが確認できる．非常に緩勾配な斜面でありながら，流出距離は非常に長いのが特徴であり，3方向に流出したうちの1方向で家屋が土砂に巻き込まれる被害が発生している．図4-6～4-9は，崩壊箇所内部の様子と家屋被害の写真である．基盤となる岩盤層が崩壊したのではなく，火山灰土と黒ぼくで構成される表層が動いたものであり，崩壊形態は表層崩壊に部類されるが，規模が大きいため，内部では非常に大きな変状が発生している．火山研究所を頂上として，小高い丘になっており，溶岩ドームの表面に火山灰土が堆積して形成されたものと推察される．

図5-0は，南阿蘇村河陽の土砂災害と地盤変状の発生箇所を示している．既に，国土地理院¹⁾や地盤工学会⁹⁾からも報告されているが，この地域では非常に多くの土砂災害や地盤変状が発生している．今後の梅雨や台風の時期には，降雨による地下水の上昇に伴う地盤の更なる不安定化や土砂災害の発生のリスクが高まると思われるが，全ての箇所に対する対策にはかなりの時間を要すると思われる．今後の被害を最小限にとどめるためには，行政の努力だけでなく，降雨時の早期避難などの住民レベルの対応が極めて重要になると考えられる．



図4-3 崩壊箇所の位置（Google map に加筆）



図 4 4 崩壊箇所およびその周辺の航空写真 ㉞

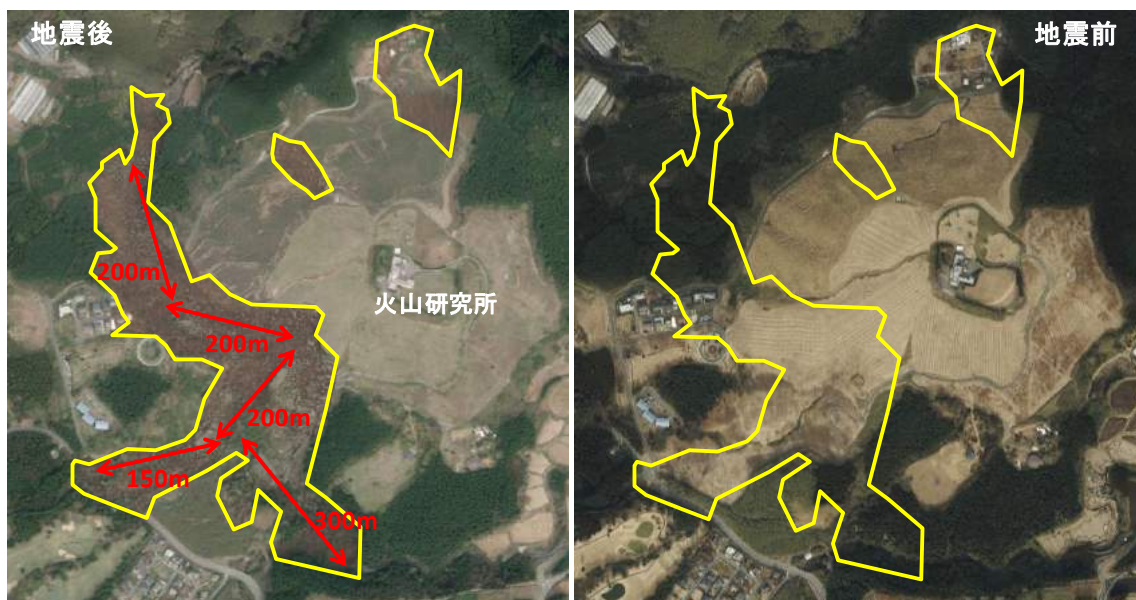


図 4 5 地震前後の比較（国土地理院資料¹⁾ に加筆）



図 4 6 崩壊箇所内部の様子



図 4 7 崩壊箇所内部の土



図 4 8 崩壊箇所内部の道路の段差



図 4 9 崩壊土砂による家屋被害

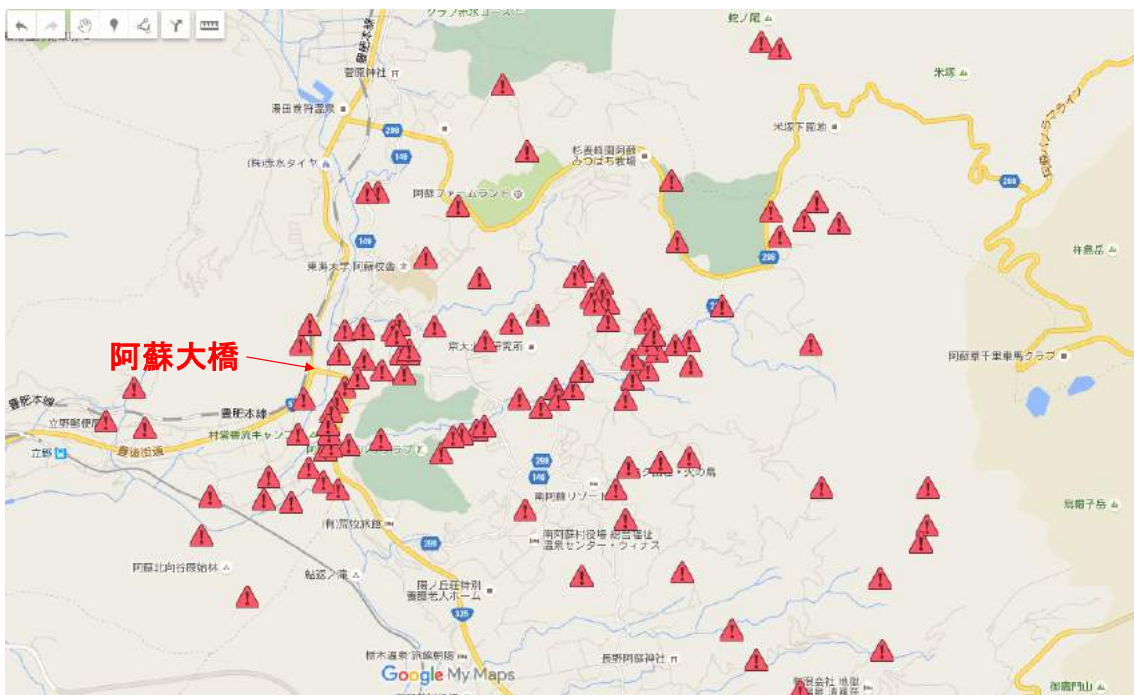


図 5 0 南阿蘇村の土砂災害と地盤変状の発生個所（Google map 衛星写真から判読）

5.3 益城町（道路・橋梁，地盤変状）の被害

今回の地震で甚大な被害が発生した益城町についても，橋梁の被害を中心に調査を行った．特に布田川断層に近い被害の大きかった地域について調査を行っており，主な調査対象箇所は図 5 1 に示すとおりである．調査では，図 5 1 に示す範囲以外も確認しているが，被害は断層沿いに集中しており，断層からの距離と被害の大きさに強い関係があることが伺えた．

図 5 2 と図 5 3 に示した木山橋と畑中橋では，一部損傷が確認されたものの，大きな被害には至っておらず，調査時点で通行止めなどにはなっていなかった．図 5 4 と図 5 5 に示した新木山橋と第一畑中橋は，隣接して存在するが，被害の程度に大きな差が確認された．どちらの橋梁も，堤防の変状により，堤防と橋梁の接続部で大きな段差が生じている．新木山橋については，アスファルトのオーバーレイによる応急対策が施され，調査時点で通行が可能となっていた．これに対して，第一畑中橋は，特に応急対策は施されずに通行止めになっていた．第一畑中橋は図 5 5 に示すように，橋脚が損傷しており，非常に危険な状態であり，簡易的な応急対策による復旧は難しいためにこのような措置がとられているものと推察される．図 5 6 の第二畑中橋でも堤防と橋梁の接続部で段差が発生したと思われるが，砂を敷くことによって応急的な手当てがされており，走行可能な状態であった．

図 5 7 に示したのは第一畑中橋と第二畑中橋の間の堤防の様子を撮影したものであり，トラックの割合が多く，渋滞が発生していた．これは，図 5 8 に示した震災ゴミ集積場へと続いた渋滞である．この近辺にある益城町総合体育館は避難所になっており，震災ゴミ集積場も近くにあることから，多くの人が集中してアクセスする状態になっていた．その意味で周辺の橋梁は重要なアクセス網の一部になっている．これらの橋梁は第一畑中橋を除いて調査時点で既に応急対策が施されていたものの，地震直後には通行が困難であったと推察される．震災後の早期復旧を考える上で，重要拠点の周辺の橋梁の耐震化は重要な課題である．ただし，今回の被害形態を考えると，橋梁自体の被害よりも，堤防の変状に伴って発生した被害が特徴的であり，そのような被害形態に対する事前の対策についても考えることが課題として挙げられる．

最後に，橋梁に関するものではないが，家屋被害が特に甚大であった範囲についても報告しておく．図 5 1 に示した範囲では，いたるところで家屋被害が発生していたが，その中でも特に被害が大きかった範囲があった．図 5 1 の調査対象箇所⑧の範囲であり，その様子は図 5 9 に示している．この範囲では，地震動による直接的な家屋被害と，地盤変状による家屋被害が重なって被害が甚大になっていると推察される．大きな地盤変状が発生した理由について調べるために，図 6 0 に示すように土地利用の変遷をたどってみたが，現状の分析では，その理由について明確な説明ができるまでには至っていない．



図 5 1 益城町の調査対象箇所 (Google map に加筆)



図 5 2 木山橋 (撮影対象箇所①)



図 5 3 畑中橋 (撮影対象箇所②)



図 5 4 新木山橋（撮影対象箇所③）



図 5 5 第一畑中橋（撮影対象箇所④）



図 5 6 第二畑中橋（撮影対象箇所⑤）



図 5 7 堤防沿いの道路(撮影対象箇所⑥) 図 5 8 震災ゴミ集積場(撮影対象箇所⑦)



図 5 9 特に建物被害が甚大な範囲の様子(撮影対象箇所⑧)

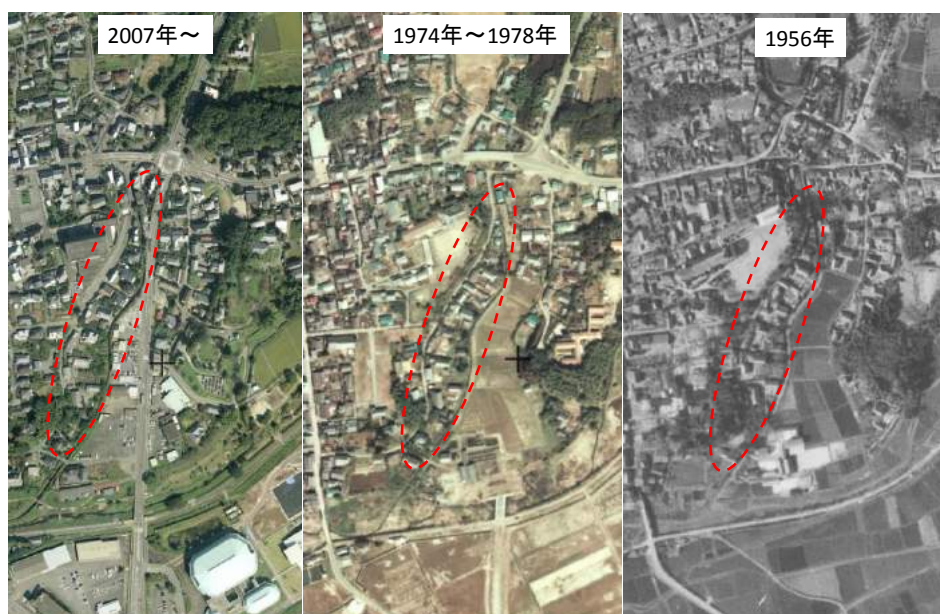


図 6 0 航空写真による土地利用形態の変遷の確認¹⁰⁾

5.4 まとめと提言

本報告で示した調査結果に限定して考察すれば、断層の動きや地震動による直接的な被害だけではなく、それに伴って発生する地盤変状による構造物や建物の被害が顕著であることがわかる。構造物や建物に耐震対策が施されていても、それを支える地盤に変状が発生すればやはり大きな被害につながる。地盤と地上構造物を一体と考える耐震対策に関する研究はこれまでも様々に展開されているが、実際の防災対策を考慮して、実用的な研究をさらに加速化させる必要がある。また、断層運動に伴う表層地盤の変状を予測する評価手法は十分に研究が進んでおらず、これを可能とする手法の確立も大きな課題として考えられる。

なお、本報告は地震直後の一部の構造物、地盤、斜面について、その被害の調査結果に基づいているが、被害の全容を把握するには他の資料例えば 11) についても参考にしながらより詳細な検討が必要であることを申し添えておく。

<参考文献>

- 1) 平成 28 年熊本地震に関する情報, 国土交通省国土地理院,
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-kumamoto-earthquake-index.html>
- 2) 「平成 28 年熊本地震」災害状況 (2016 年 4 月), アジア航測株式会社,
<http://www.ajiko.co.jp/article/detail/ID56EDF7EZH/>
- 3) 熊本県下における近代橋梁の発展史に関する研究, 戸塚誠司, 熊本大学, 1999.
- 4) 河川の防災情報, 国土交通省,
<http://www.river.go.jp/kawabou/ipSuiiKobetu.do?obsrvId=2282500400026&gamenId>

- =01-1003&stgGrpKind=survOnly&fldCtlParty=no&fvrt=yes&timeType=10
- 5) 平成 28 年 (2016 年) 熊本地震に伴う断層近傍の地殻変動, 国土地理院,
<http://www.gsi.go.jp/common/000140142.png>
 - 6) 熊本地震による地表地震断層調査, 遠田晋次・岡田真介・石村大輔, 平成 28 年(2016 年)
熊本地震に関する調査報告会(第 4 階),
<http://irides.tohoku.ac.jp/event/2016kumamotoeq.html>
 - 7) 【速報】平成 28 年 (2016 年) 熊本地震 2016 年 4 月, 国際航業,
http://www.kkc.co.jp/service/bousai/csr/disaster/201604_kumamoto/
 - 8) 地理院地図, 国土地理院, <http://cyberjapandata.gsi.go.jp/3d/browse.html>
 - 9) 熊本地震調査結果報告, 地盤工学会,
https://www.jiban.or.jp/index.php?option=com_content&view=article&id=1845:2016-4-14-kumamotojishin-top&catid=52:2008-09-15-02-30-46&Itemid=29
 - 10) 国土地理院地図・航空写真閲覧サービス, <http://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>
 - 11) Reconnaissance report on geotechnical damage caused by an earthquake with JMA seismic intensity 7 twice in 28 h, Kumamoto, Japan, T. Mukunoki, K. Kasama, S. Murakami, H. Ikemi, R. Ishikura, T. Fujikawa, N. Yasufuku, Y. Kitazono, Volume 56, Issue 6, December 2016, Pages 947–964

第 6 章 可能性津波の評価解析

山下 啓（東北大学災害科学国際研究所 地震津波リスク評価寄附研究部門）

今村文彦（東北大学災害科学国際研究所津波工学研究分野）

サッパシーアナワット（東北大学災害科学国際研究所津波工学研究分野）

林 晃大（東北大学災害科学国際研究所 地震津波リスク評価寄附研究部門）

菅原大助（ふじのくに地球環境史ミュージアム）

岩間俊二（株式会社 防災技術コンサルタント）

平成 28 年熊本地震では、地震活動が北東および南西に進展すると海域での地震が発生し津波の懸念が生じる。そこで、今回の地震活動と過去の履歴に基づき、「6.1 熊本（天草・八代地方）」及び「6.2 大分・別府」を対象とした可能性津波を評価したので報告する。なお、本報告におけるポイントは以下の 3 点である。

- ・活断層（横ずれ）による津波の発生
- ・津波の規模と到達時間、継続時間
- ・今後の注意点の整理（施設健全性・津波避難の留意点）

6.1 熊本（天草・八代地方）を対象とした可能性津波の評価解析

熊本（天草・八代地方）における本地震活動の割れ残りは布田川ー日奈久断層帯である（図 1）。そこで、布田川ー日奈久断層帯の連動型地震（M7.9）を対象とした津波解析を行った。なお、対象とした地震は、熊本県において想定される最大クラス地震である。

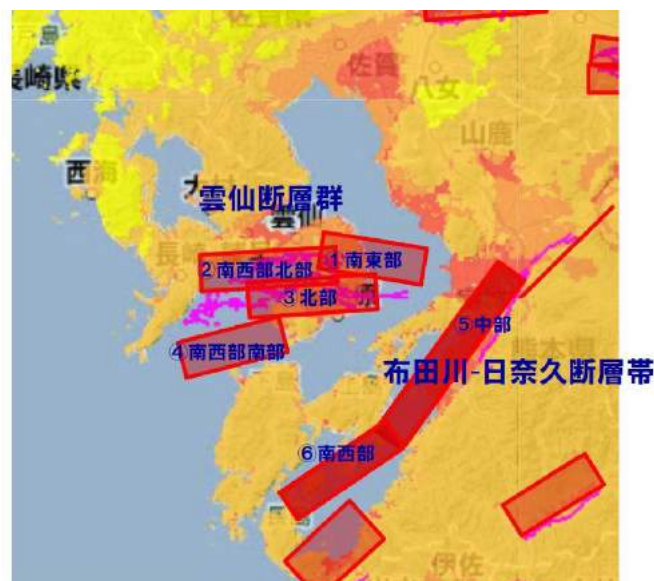


図 1 熊本（天草・八代地方）における様々な活断層帯¹⁾

6.1.1 計算条件

計算対象領域を図 2 に示す。ネスティング計算による空間解像度は $810 - 270 - 90 \text{ m}$ の三段階であり、中央防災会議の公開データを利用した。また、八代海沿岸部における平均的な朔望平均満潮位として、潮位を T.P. +2 m に設定した。そして、断層モデルとして、表 1 に示す布田川－日奈久断層帯の連動型地震 (M7.9) ^{1), 2)} を採用して、弾性体理論 ³⁾ により地殻変動を算出する。ここで、すべり量に関して、 $2.5 \text{ m}^1) \rightarrow 3.0 \text{ m}^2)$ に更新されており、本研究では 3m を採用した。なお、計算対象時間は地震発生後 3 時間である。

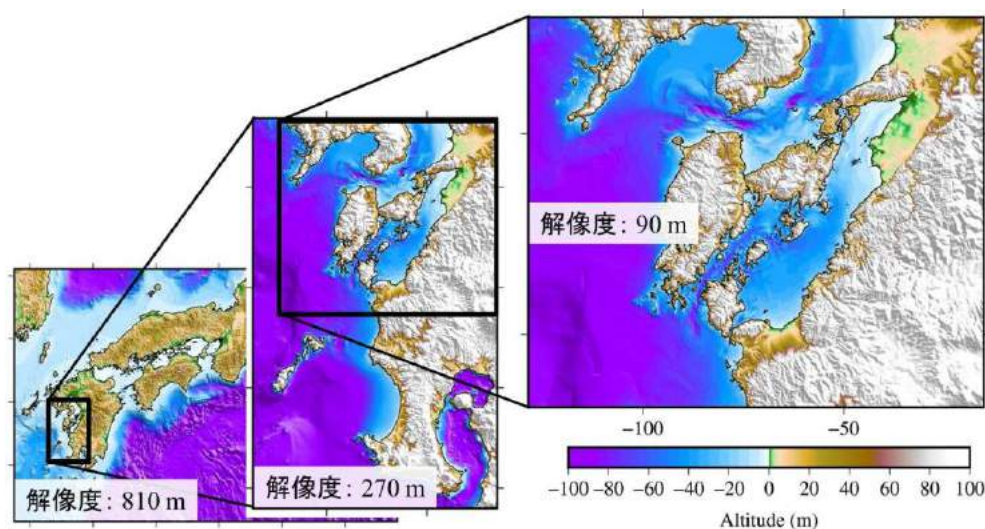


図 22 熊本（天草・八代地方）を対象とした計算領域

表 1 図 1 における布田川－日奈久断層帯の連動型地震 (M7.9) の断層モデル ^{1), 2)}

	緯度 N (°)	経度 E (°)	深さ d (km)	走向 θ (°)	傾斜角 δ (°)	すべり角 λ (°)	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	すべり量 U (m)
⑤ 中部: 日奈久区間	32.739 324420.4	130.793 1304734.8	3	216	60	-160	52	16	2.5 $\rightarrow 3.0$
⑥ 南西部: 八代海区間	32.363 322146.8	130.473 1302822.8	3	236	60	-160	32	16	2.5 $\rightarrow 3.0$

6.1.2 活断層（横ずれ）による津波の発生

布田川－日奈久断層帯は浅海域に位置する。このため、浅海の比較的急勾配である海底斜面が水平移動すると、水平移動に伴う地殻の鉛直変位も有意となる (図 3 ⁴⁾)。そこで、地殻変動の水平移動成分の効果 ⁴⁾ を考慮する。図 4(a) 及び (b) に、それぞれ、水平移動を考慮した場合と考慮しない場合での海底及び地表面の鉛直変位を示す。水平移動を考慮した場合、対象とする地震は右横ズレの断層運動であるため、例えば、天草地方における山地東側斜面では隆起、西側斜面では沈降の傾向にあることがわかる。

また、図 64(a) 及び (b) の差分、すなわち、水平移動のみによる鉛直変位を図 5 に示す。ここで、海域における変位のみを示している。特に、複雑地形の汀線付近の海域における水平移動に伴う鉛直変位が相対的に大きく、約 10cm の差異がみられる。

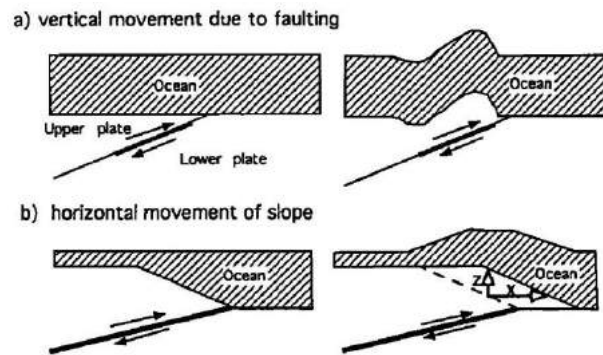


図3 地殻変動の水平移動成分の効果 (Tanioka・Satake²⁾ の図を転載)

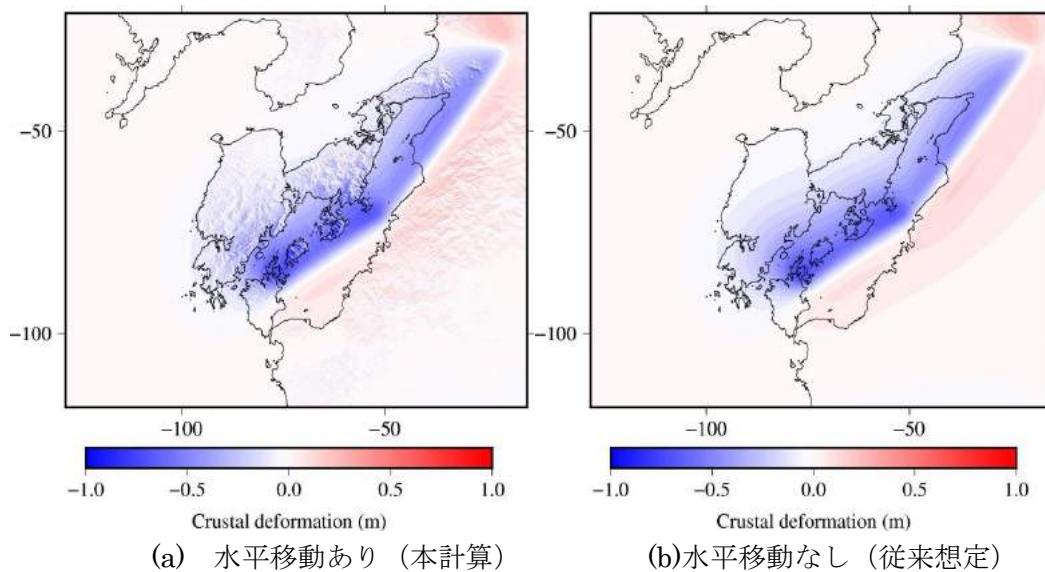


図4 地殻変動による海底及び地表面の鉛直変位の計算値

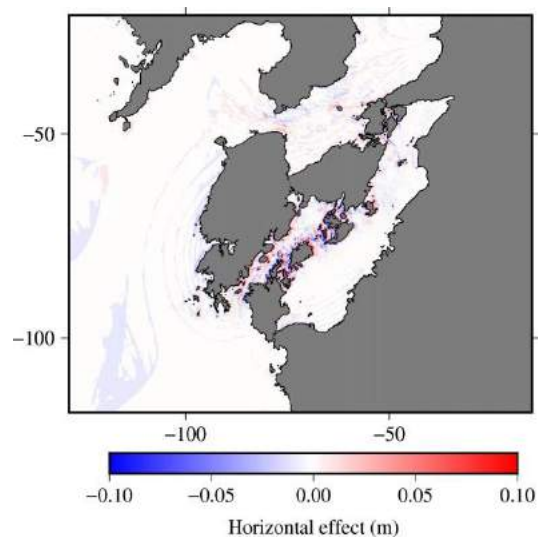


図5 図4(a) 及び (b) の差分 (地殻変動の水平移動のみによる鉛直変位)

6.1.3 可能性津波の規模に関する計算結果（最大水位・最大流速の分布）

可能性津波の規模に関する計算結果（最大水位・最大流速の分布）を報告する。図 6 に、最高水位分布を示す。出水郡長島町では、最大 T.P. +2.92 m の津波高が得られた。八代海沿岸部における防潮堤の計画天端高は概ね T.P. +2.5 ~ +5.0 m であり、想定津波高と同程度またはそれ以上であるため、比較的安全であるものの、度重なる地震による海岸堤防や河川堤防の機能低下によって浸水することも懸念される。

図 7(a) には、本計算条件の最大流速分布を示している。八代海と外洋とを繋ぐ狭窄部において、比較的速い流れ（0.5 m/s – 1.0 m/s）が想定される。また、潮位を 0 m に設定した場合の最大流速分布を図 7(b) に示す。潮位が低い場合、潮位が高い場合（図 7a）；潮位 T.P. +2 m よりも、八代干潟や出水市の養殖場などの浅場における流速が僅かではあるが増加することがわかる。潮位が低いことにより水深が小さくなるため、流速が大きくなるのである。こうした浅場は沿岸生態系が豊かな水域であるため、潮位が低い場合には、沿岸生態系に対する津波リスクが高まる。

6.1.4 可能性津波の到達時間及び継続時間に関する計算結果（水位と流速の時系列）

可能性津波の到達時間及び継続時間に関する計算結果を報告する。図 8 に、各地点における水位及び流速の時系列を示す。ここで、黒線が水位を表わしており、青線が流速の絶対値を表わしている。図の天草地方において、地震後 20 分頃に第一波ピークが到達するように、波源域と陸域が近いため、陸域への津波到達は比較的早い。

また、天草・八代地方における津波の規模は比較的小さいものの、八代海が閉鎖性水域であるため、地震発生後 3 時間が経過してもなお、津波が殆ど減衰しない。こうした閉鎖性水域の津波に対しては、副振動による、津波高の増大や第二波以降での最大波出現に注意する必要がある。

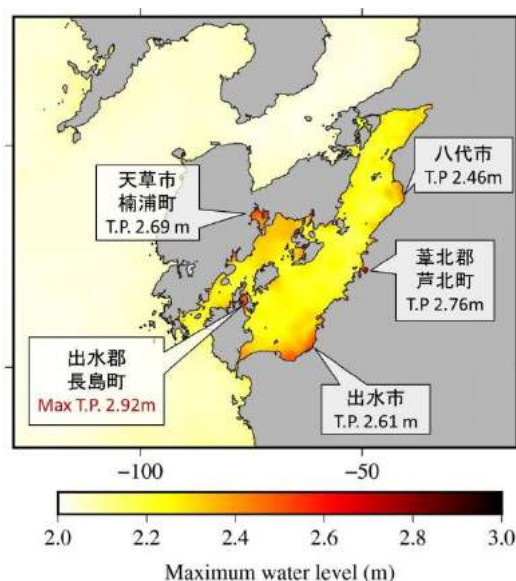


図 6 熊本（天草・八代地方）を対象とした可能性津波の最高水位分布

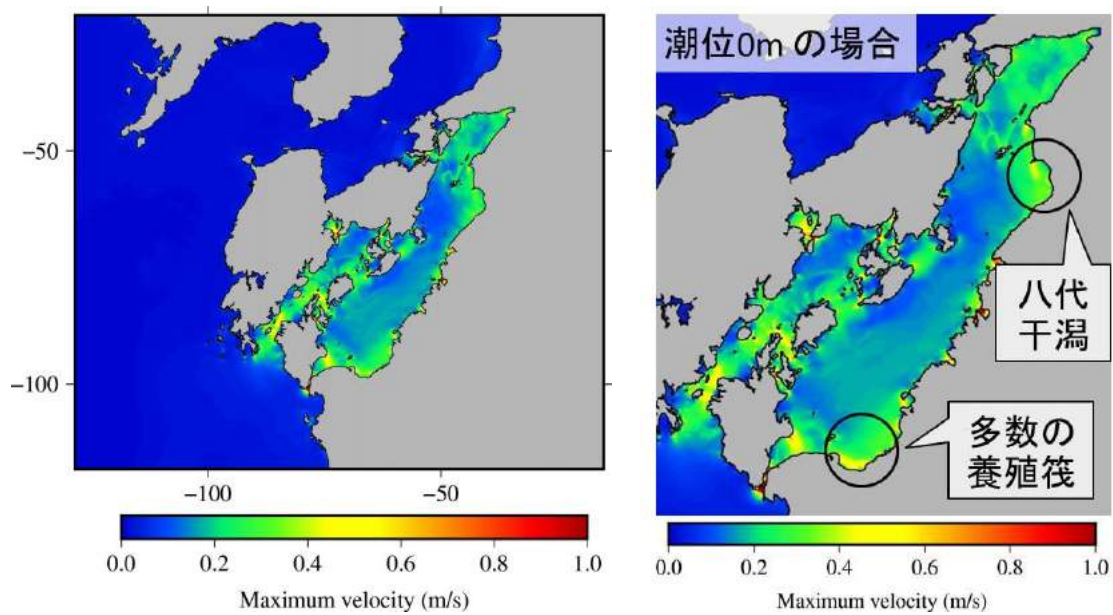


図7 熊本（天草・八代地方）を対象とした可能性津波の最大流速分布

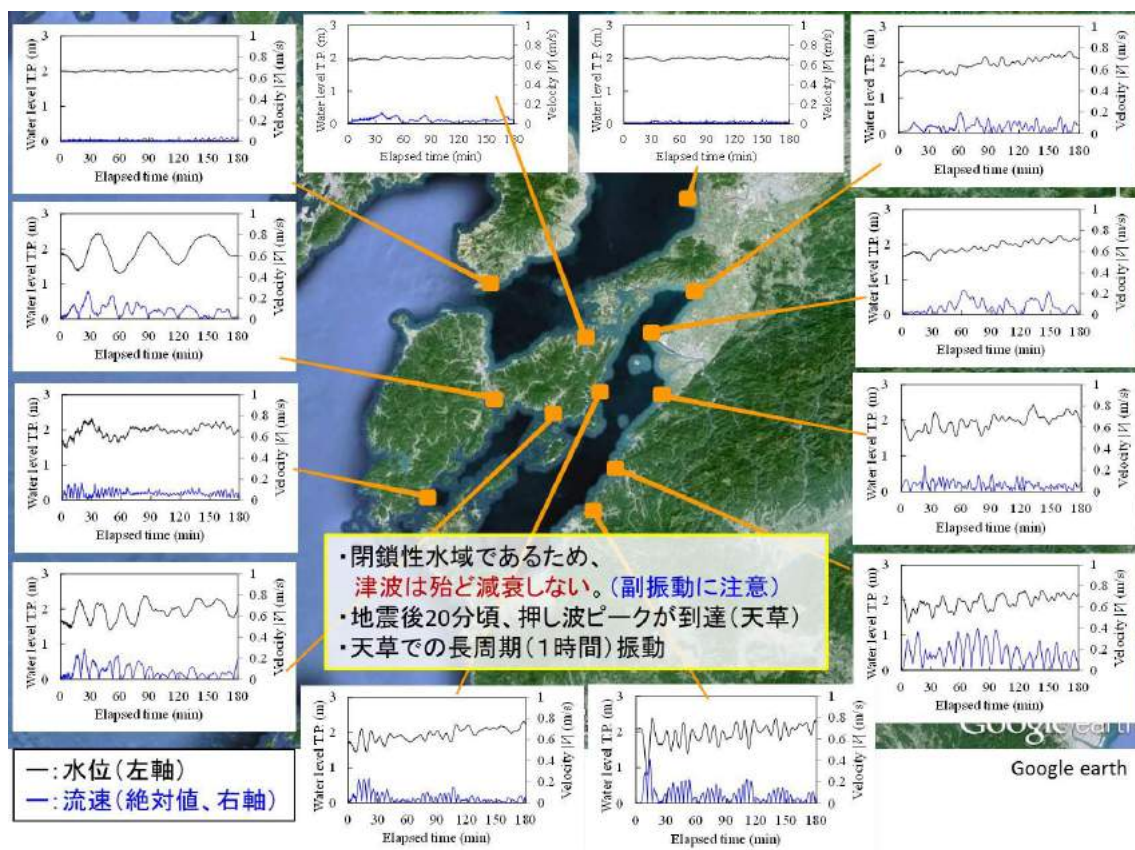
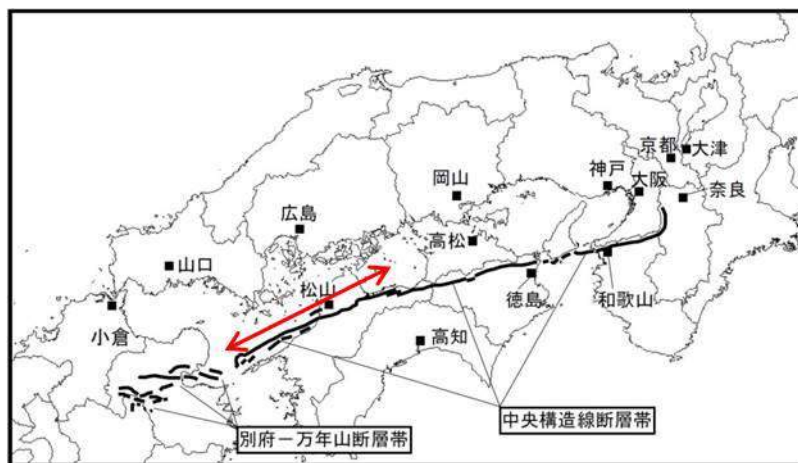
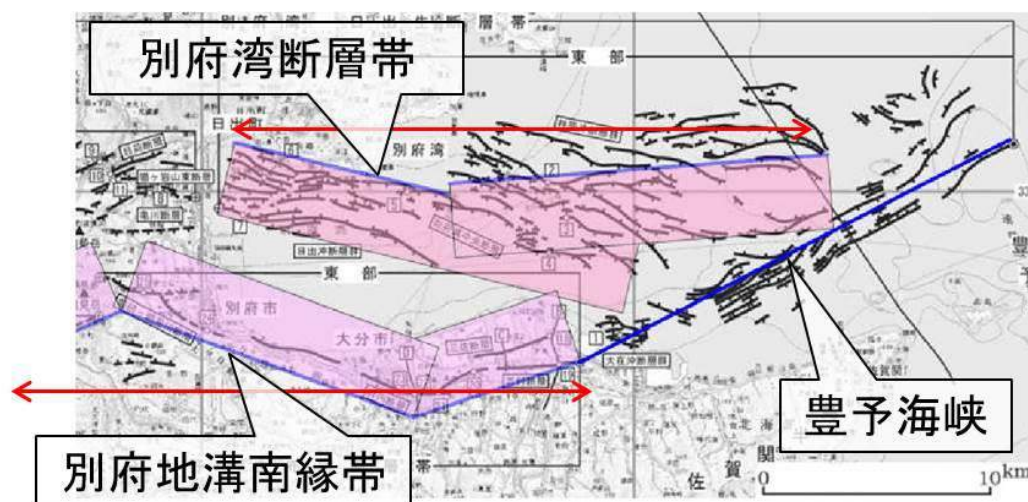


図8 各地点における水位及び流速の時系列

6.2 大分・別府地方を対象とした可能性津波の評価解析

大分・別府地方における地震活動が北東側に進展した場合を想定する。そこで、別府湾沿岸部における最大クラスの地震として、慶長豊後型地震（活断層地震：M8.1）による津波解析を行なう。また、地震活動が更に北東側に進展した場合を想定して、中央構造線断層帯まで断層破壊が生じた場合（M8.7）や、慶長豊後型地震の内、豊予海峡の断層破壊が生じなかった場合（M7.9）の可能性津波も併せて価した。



中央構造線まで拡大(M8.7)した場合

図9 想定地震の断層位置

6.2.1 計算条件

計算対象領域を図 10 に示す。ここで、ネスティング計算による空間解像度は 810–270–90 m の三段階としており、中央防災会議の公開データを利用した。また、別府湾沿岸部における平均的な朔望平均満潮位として、潮位を T.P. +1.9 m に設定した。そして、断層モデルとして、表 2 に示す慶長豊後型地震 (M8.1) や中央構造線断層帯地震の断層モデルを組み合わせた地震を想定する^{5), 6)}。すなわち、「①慶長豊後型地震：M8.1 (豊予海峡+別府地溝南縁+別府湾断層帯)」、「②縮小版慶長豊後型地震：M7.9 (別府地溝南縁+別府湾断層帯)」及び「③拡大版慶長豊後型地震：M8.3 (豊予海峡+別府地溝南縁+別府湾断層帯+中央構造線断層帯)」による地殻変動を弾性体理論³⁾により算出し、可能性津波を評価する。なお、計算対象時間は地震発生後 3 時間である。

ところで、図 11 に示す通り、①、②及び③による地殻変動の鉛直変位に殆ど差異はない。これは、豊予海峡や中央構造線断層帯の断層運動が横ズレであるためである。

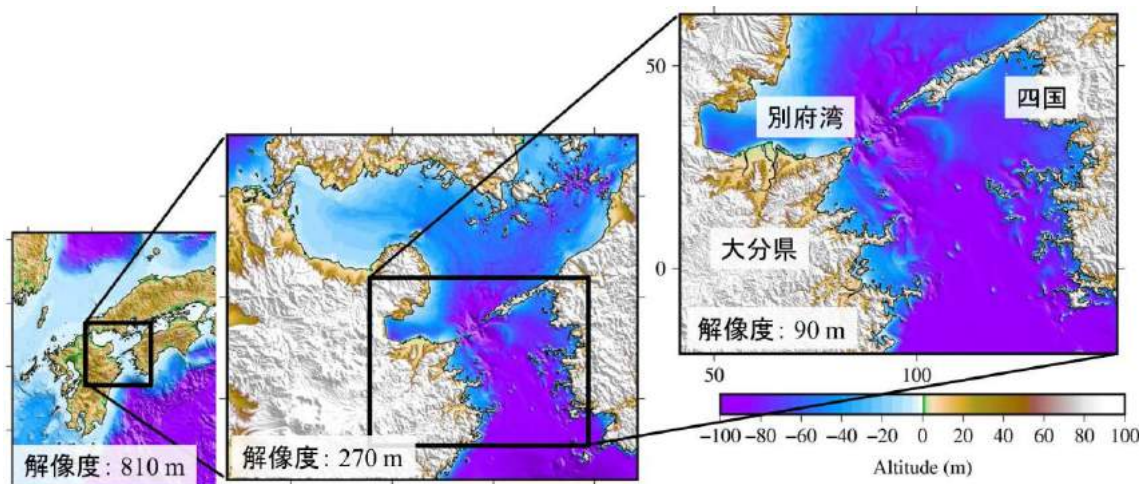


図 10 大分・別府地方を対象とした計算領域

表 2 慶長豊後型地震 (M8.1) や中央構造線断層帯地震の断層モデル (「①慶長豊後型地震：M8.1」、「②縮小版慶長豊後型地震：M7.9」及び「③拡大版慶長豊後型地震：M8.3」)

	緯度 N (°)	経度 E (°)	深さ d (km)	走向 θ (°)	傾斜角 δ (°)	すべり角 λ (°)	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	すべり量 U (m)
豊予 (ほうよ) 海峡	33.253297	131.715983	0	62.7	90	150	26.2	15	5.0
別府地溝南縁	33.253714	131.715948	0	251.4	75	-90	9.5	15.5	3.1
	33.226421	131.619195	0	290.0	75	-90	16.8		
	33.278201	131.449864	0	246.0	75	-90	12.8		
別府湾断層帯	33.360271	131.515867	0	103.5	75	-90	22.5	15.5	6.0
	33.340350	131.640614	0	85.6	75	-90	20.5		3.0
中央構造線断層帯	33.38333	131.95	0	70	90	20	130	15	3.0

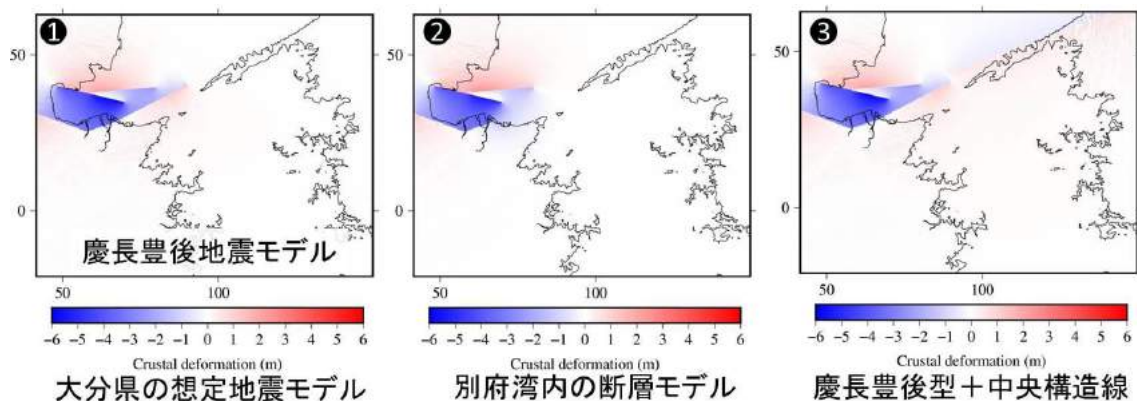


図 11 地殻変動による海底及び地表面の鉛直変位の計算値（地殻変動の水平移動を考慮）

6.2.2 可能性津波の規模に関する計算結果（最大水位・最大流速の分布）

可能性津波の規模を調べる。図 12 に、最高水位分布を示す。3 ケース全ての傾向として、別府湾内沿岸部における津波高は T.P. +4 m 以上であり、大きな津波が襲来することが想定される。そして、別府湾内の活断層の短軸方向の沿岸部（別府湾内の北と南）において大きな津波高が出現する。また、3 ケースの水位分布は図 6-2-3 の地殻変動の鉛直変位と同様に類似しており、②の別府湾内の活断層地震の影響が支配的であると言える。

他方、3 ケースそれぞれの最高津波高は、大分市神埼で出現し、その値は、それぞれ、① T.P. +8.86m、② T.P. +8.27m 及び③ T.P. +8.74 m であった。このように、地震規模が最も大きい条件は③であるものの、地震規模としては中程度である①の場合に、最高水位を示しており、必ずしも地震規模と津波規模とが一致するとは限らない。

図 13 には、本計算条件の最大流速分布を示している。別府湾内の汀線付近において概ね同等の大きな津波高が想定されることに対して、流速分布の傾向は若干異なる。すなわち、別府湾内の北と南側（活断層の短軸方向）の流速は水位と同様に顕著であるが、別府湾奥における流速は比較的小さい。しかしながら、別府湾内における流速は概ね 1 m/s 以上であるため、浸水せずとも海域における大きな水産被害が懸念される。なお、3 ケースにおける最大流速は、図中に示す杵築市において、7.53 m/s である。

6.2.3 可能性津波の到達時間及び継続時間に関する計算結果（水位と流速の時系列）

可能性津波の到達時間及び継続時間に関する計算結果を報告する。図 14 に、各地点における水位及び流速の時系列を示す。ここで、黒線が①の水位、灰線が②の水位、赤線が③の水位である。また、橙線が①の流速の絶対値であり、値は図中の右側である。図より、別府湾内では、地震発生後 5 分～10 分程度で第一波ピークが到達する。また、殆どの地点において第二波以降に最大波が出現している。対象水域が湾地形であることや、更には、九州と四国とに挟まれた領域であることなど、複雑で閉鎖的な水域であるために津波が複雑に反射・重合するためであろう。例えば、図 14 における別府湾の湾奥部では、周期が 2 時間程度の長周期振動も確認されており、様々な振動モードを含んでいることがわかる。

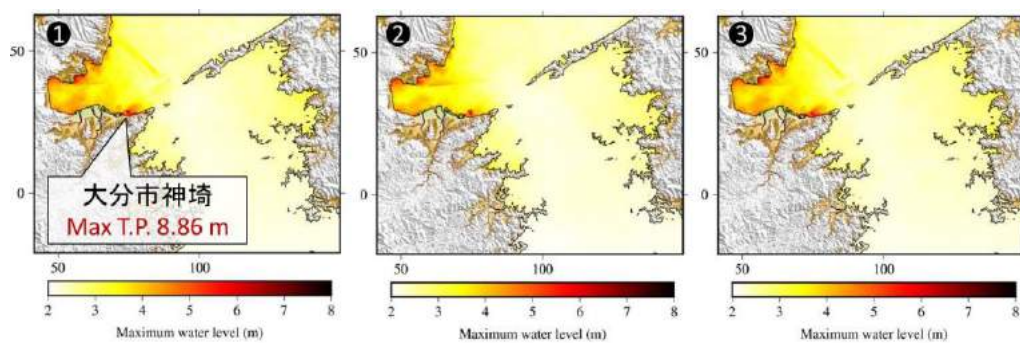


図 12 熊本・別府地方を対象とした可能性津波の最高水位分布

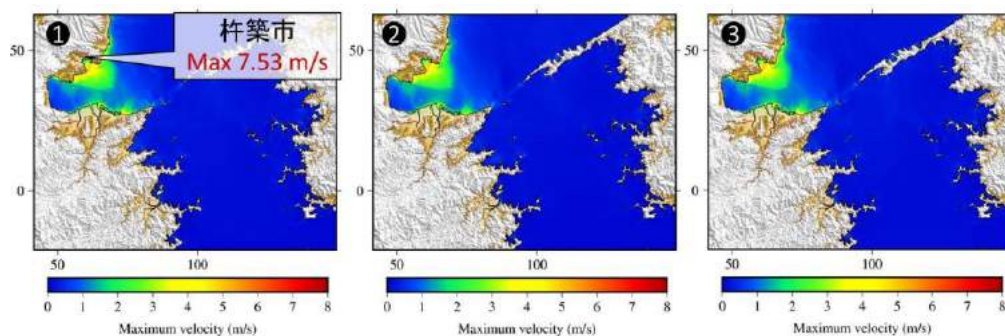


図 13 熊本・別府地方を対象とした可能性津波の最大流速分布

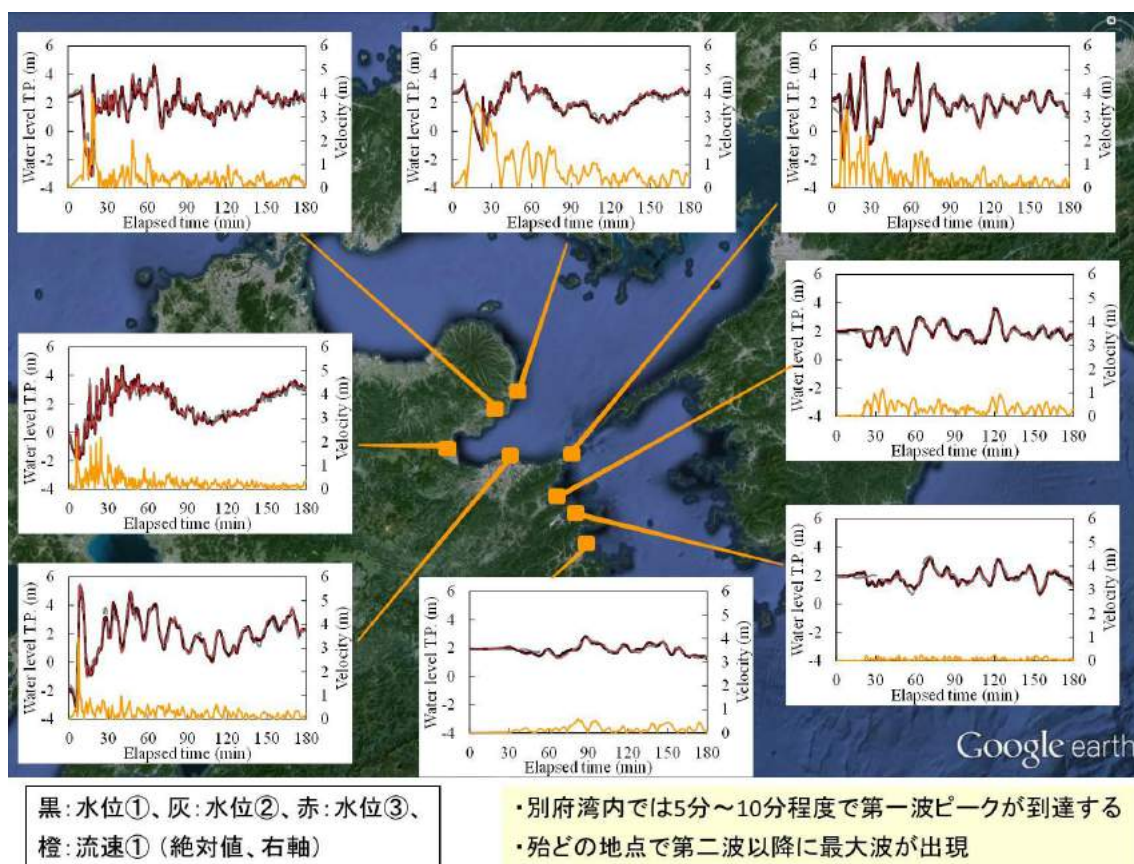


図 14 各地点における水位及び流速の時系列

6.3 まとめと提言

本章では、平成 28 年熊本地震の地震活動と過去の履歴に基づき、熊本（天草・八代地方）及び大分・別府地方を対象とした可能性津波を評価した。得られた結果の中で、「活断層（横ずれ）による津波の発生」及び「津波の規模と到達時間、継続時間」に着目すると、可能性津波の傾向と今後の注意点（施設健全性・津波避難の留意点など）は以下の通り整理される。

- ・横ズレによる活断層地震が生じる場合、地殻変動の水平移動が大きくなるため、水平移動による地底の鉛直変位を津波の発生において考慮する必要がある。
- ・熊本（天草・八代地方）の可能性津波による津波高の最高値は T.P. +2.92 m であり、地震発生後 20 分程度で第一波ピークが陸域へ到達する。
- ・熊本（天草・八代地方）の可能性津波では、初期潮位が低い場合、最大流速は増加する。従って、初期潮位が低い場合には、陸域の被害は小さくなる一方で、干潟の生態系や養殖施設などの沿岸生態系の被害が増大することが懸念される。
- ・大分・別府地方の可能性津波（慶長豊後型地震津波）による津波高の最高値は T.P. +8.86 m であり、地震発生後 5 分～10 分程度で第一波ピークが陸域へ到達する。
- ・大分・別府地方の可能性津波に対して、豊予海峡及び中央構造線断層帯の活断層地震の影響は比較的小さく、別府湾内の活断層地震の影響が支配的である。
- ・熊本（天草・八代地方）の八代海や別府湾のように、閉鎖性水域において津波が生じる場合、津波は中々減衰せず、長時間にわたって振動することが想定される。更に、閉鎖性水域では副振動（共鳴）が励起され、津波の増大や第二波以降に最大波を伴う可能性を有するため、例え、第一波の津波高が小さくとも、継続的な注意が必要である。
- ・平成 28 年熊本地震のような直下型地震によって津波が生じる場合、海岸保全施設や河川堤防などの防御施設規模が津波規模に対して十分であったとしても、直下型地震ゆえの強いゆれのため、津波来襲前に海岸保全施設や河川堤防の機能低下が危惧される。
- ・熊本（天草・八代地方）及び大分・別府地方の可能性津波は、沿岸部への津波到達が早く津波避難が難しいため、地域防災計画など十分な津波対策が求められる。

<参考文献>

- 1) 熊本県地域防災計画，地震・津波被害想定調査検討，第 2 回地震・津波被害想定検討部会資料【津波解析】，熊本県，2012.
- 2) 平成 25 年地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013.
- 3) Okada, Y., Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space, Bull. Seismol. Soc. Am., Vol.75, No.4, pp.1135-1154, 1985.
- 4) Tanioka, Y. and Satake, K., Tsunami generation by horizontal displacement of ocean

bottom, Geophys. Res. Lett., 23, 861–864, 1996.

- 5) 大分県津波浸水予測調査結果（確定値）について，大分県，2013.
- 6) 中央構造線断層帯（金剛山地東縁－伊予灘）の長期評価（一部改訂）について，地震調査研究推進本部地震調査委員会，2011.

第7章 地震後の医療・保健に関する取り組み

富田博秋（東北大学災害科学国際研究所災害精神医学分野）

佐々木宏之（東北大学災害科学国際研究所災害医療国際協力学分野）

中山雅晴（東北大学災害科学国際研究所災害医療情報学分野）

児玉栄一（東北大学災害科学国際研究所災害感染症学分野）

栗山進一（東北大学災害科学国際研究所災害公衆衛生学分野）

千田浩一（東北大学災害科学国際研究所災害放射線科学分野）

平成28年熊本地震直後に設置された災害対策本部の指揮のもと、災害時派遣医療チーム(DMAT)、災害派遣精神医療チーム(DPAT)、日本赤十字社等の災害後急性期対応の後、日本医師会災害医療チーム(JMAT)を始めとする多くの団体による活動に引き継がれた。また、日本集団災害医学会、日本環境感染学会、日本産婦人科学会、日本精神神経学会等の学会や災害医療ACT研究所等の災害関連団体が、各領域の専門性を活かしたアセスメントや支援を行った。東北大学としても東北大学病院 DMAT、東北感染制御ネットワーク等が医療の枠組みで被災地域の支援を行った。災害科学国際研究所の災害医学メンバーは、発災当初から、上記の医療支援の枠組の中で、支援、情報収集を行うとともに、熊本大学や熊本地震対応関連団体と連携して、中長期の取り組みに向けた情報意見交換を行った。本稿ではこれらの取り組みと今後の課題・展望を概説する。

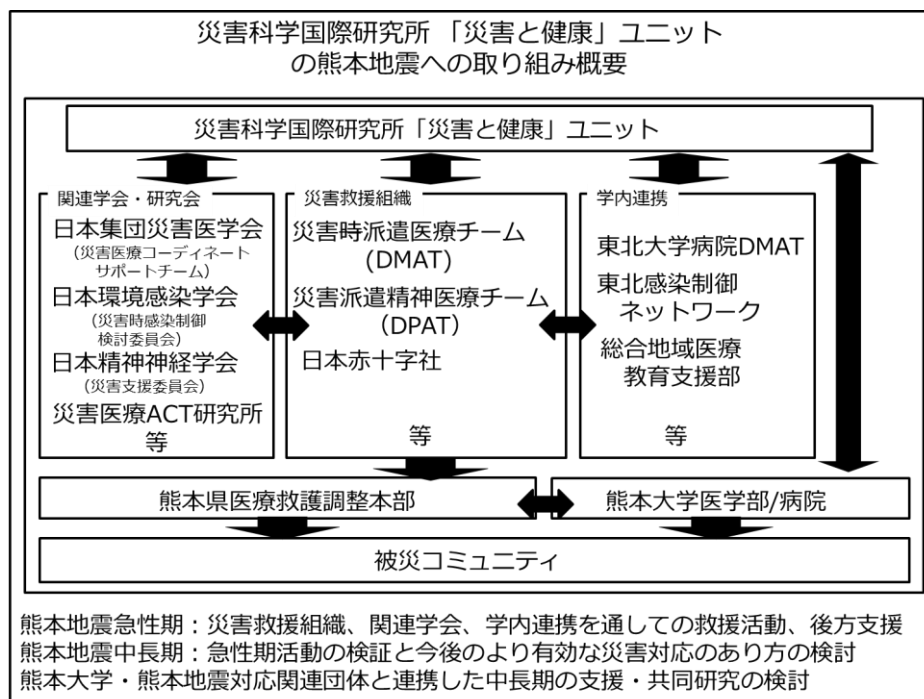


図1 平成28年熊本地震に対する東北大学病院 DMAT の活動

7.1 熊本地震後の医療対応の概況

平成 28 年 4 月 14 日の前震の発生後、熊本県から熊本災害派遣医療チーム(DMAT)指定病院に DMAT 派遣要請が行われ、翌 15 日には、派遣要請は九州 DMAT へと拡大された。4 月 16 日の本震の発生を受け、派遣要請は全国に拡大された。全国から約 2000 名の DMAT が参集し、EMIS による情報収集に基づき、1500 名を超える病院避難搬送が行われた。DMAT ロジスティックスチーム、日本集団災害医学会コーディネートサポートチームが派遣され、急性期から亜急性期まで継ぎ目なく指揮系統を連続させた。

亜急性期においては、様々な保健医療福祉にかかわる支援チームの調整体制が県、二次医療圏、市町村のレベルで確立され、膨大な保健・福祉ニーズに医療救護班も対応した。医療救護班は 4 月 15 日から 6 月 2 日まで 1428 チーム、6420 名(DPAT を除く)が活動した。活動したチームとしては、上記団体の他に日本赤十字社救護班、全国知事会救護班、日本医師会災害医療チーム(Japan Medical Association Team: JMAT)、大規模災害リハビリテーション支援関連団体協議会(Japan Rehabilitation Assistance Team: JRAT)、国立病院機構医療班、災害人道医療支援会(Humanitarian Medical Assistance: HuMA)、徳洲会災害医療救援隊(Tokushukai Medical Assistance Team: TMAT)、国境なき医師団、アムダ(Association of Medical Doctors of Asia: AMDA)、地域医療機能推進機構(JCHO)医療救護班、全日本病院協会災害時医療支援活動班(All Japan Hospital Association Medical Assistance Team: AMAT)等が含まれる。この他、東日本大震災を教訓に発足した精神科医療や精神保健活動の支援を行う専門的なチームである災害派遣精神医療チーム(DPAT)が、上記機関と連携して活動し、精神科医療機関 7 施設 591 人の入院患者の搬送を行うとともに、避難所などで被災者の心のケアにあたった¹⁻⁶⁾。

7.2 東北大学病院 DMAT と連携しての支援活動

2016 年 4 月 16 日午前 1 時 25 分の本震は日本 DMAT の自動待機基準〈東京都 23 区震度 5 強以上または他の地域で震度 6 弱以上〉に該当した。同日午後 4 時 3 分、東北大学病院 DMAT を含む東北ブロック DMAT に日本 DMAT 第 2 次隊としての派遣要請が発出され、これに佐々木宏之が隊員として加わった。

4 月 16 日午後 7 時に東北ブロック DMAT の 8 チームが松島基地に参集しブリーフィングを行った。東北ブロックチームに課された任務は「阿蘇地域を大分県側からサポートする」ことだった。C-1 輸送機で福岡県の航空自衛隊築城基地に移動、築城基地からは自衛隊車両にて参集拠点・活動拠点本部となった大分県竹田市の竹田市医師会病院へ移動した。

4 月 17 日午前 2 時 50 分現地に到着後、午前 3 時よりミーティングを行い、午前 6 時より活動を開始した。大分県竹田市から熊本県南阿蘇村まで県境を越えて乗用車で 1 時間 30 分を要して移動した。分担エリアの避難所を回って、「日中は避難者が外出しており何人避難しているか不明」、「指定避難所建物が損壊し住民が移動している」、「様々な規模の自主避難所が出来ている」等の情報を得、同日夕方の本部ミーティングにおいて報告した。

本部からは、引き続き 4 月 18 日も避難所情報収集を行うこと、阿蘇市阿蘇医療センターをサポートし拠点化することの要請があり、また南阿蘇村の老健施設に利用者があふれスタッフが疲弊している件などについて情報提供があった。

4 月 18 日、東北大学病院 DMAT に、特別養護老人ホーム「陽ノ丘荘」での情報収集と状況に応じて避難搬送ミッションが割り振られた。陽ノ丘荘は崩落した阿蘇大橋から約 2km、土砂崩れの発生した火の鳥温泉から約 1km の地点にあり、周囲は土砂崩れが頻発していた。通常定員 100 名の施設に近隣からの避難も含め 140 名の高齢者が居住し、通常定員の 1/3~1/2 のスタッフで介護を行っていた。ライフラインはプロパンガスを除き途絶していた。発熱者があり、特別食・薬剤は間もなく底をつくが調達の目処は立っていない状況であった。スタッフ数が少ないため疲労の色が著しくオムツ交換・体位交換もままならないなど、数日内に危機的状況に陥る可能性が高かった。施設責任者らと相談し、病状の重篤な入居者を医療機関へ搬送することにした。搬送候補者には 100 歳を越す超高齢者、認知症・寝たきり入居者があがり、うち、家族の同意の得られた 15 名を大阪府・山口県の緊急消防援助隊救急車で約 50km 離れた竹田市医師会病院へ搬送した。15 名の搬送に計画立案から搬送終了まで約 3.5 時間を要した。活動を本部ミーティングで報告、翌日の全体活動計画に老健施設の調査が盛り込まれた。

4 月 19 日午前 9 時より南阿蘇村白水庁舎で現地医師主導による災害医療コーディネート会議が開催され、席上において陽ノ丘荘ミッションについて報告し、地元保健師に福祉介護施設の情報収集を依頼した。昼前にレンタカーで南阿蘇村から、福岡空港に移動し、民間機で仙台空港に移動した。午後 9 時仙台空港に到着し、病院長に帰還報告しチームを解散した。^{7,8)}

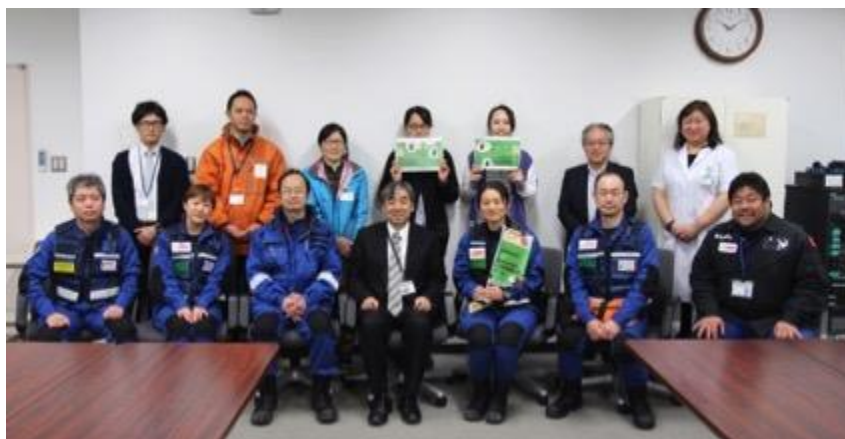


図 2 東北大学病院 DMAT 熊本地震救援チーム結成式

7.4 災害と健康ユニットの現地訪問、ならび、熊本大学との連携

7.4.1 はじめに

熊本地震発災直後より、DMAT、日本赤十字病院等を中心とする災害医療救援、東日本大震災の教訓を受けて発足した DPAT による災害メンタルヘルス救援活動が行われ、また、学会や各種団体、九州地方を中心とする大学も様々な支援活動を行った。同年 5 月末で DPAT もひとまず活動を終え、また、仮設住宅の建設、入居開始が進み、今後、中長期の復旧・復興と医療保健支援に活動がシフトする時期に入ったと判断された。災害科学国際研究所災害と健康ユニットメンバーは災害急性期、平常の災害への備えに関する活動の中で関係を構築している各災害支援の枠組みに入って、災害支援活動を行ってきた。中長期フェーズへの移行に伴い、東日本大震災における取り組みの中で培った経験、知識、教訓を熊本大学や熊本県の医療保健従事者に伝え、また、熊本大学と連携し、熊本地震からの復旧、復興、医療保健支援に取り組む熊本大学や熊本県の医療保健従事者を後方支援、また、熊本地震における災害医療対応のあり方の振り返り検証を行う可能性について検討することが望ましく、また、可能な状況に入ったと考えられた。

このような状況を受けて、平成 28 年 6 月 17 日（金）～19 日（日）にかけて、下記のように災害と健康ユニットメンバー富田博秋、栗山進一、千田浩一、児玉栄一による熊本訪問を行った。

- (1) 中長期フェーズへの移行に伴い、熊本県における熊本地震の地域住民の医療保健、健康状態への影響、復旧・対応の現状を把握すること
- (2) 東日本大震災における取り組みの中で培った経験、知識、教訓を熊本大学や熊本県の医療保健従事者に伝えること
- (3) 熊本大学と連携し、熊本地震からの復旧、復興、医療保健支援に取り組む熊本大学や熊本県の医療保健従事者を後方支援する可能性を検討すること
- (4) 熊本地震における災害医療対応のあり方の振り返りの検証を行うこと

7.4.2 西村 泰治医学部長との面談

西村 泰治医学部長と面談し下記の状況を伺った。「建物、機材の被害が大きく、多くの高額機器も壊れた。入院病棟は免振で全く無傷だったが臨床研究棟は立ち入り不可になり、各臨床教室とも医局を臨時で低層階の古い建物に移動して活動しており、現在建設中の新臨床研究棟に入居できるのは 10 月頃の見込みである。」「学生支援が大変で、東北大学からの助言もあり、学生、留学生の基金を立ち上げたのは有効だった。地震後の各国大使館の留学生の帰国支援を含む対応は国毎に異なった。余震が続いているため留学生が今後来てくれるかが懸案事項である。」「医療面では、救急医療の中核の一つ、また、新生児医療を一手に引き受けていた熊本市立病院が閉鎖となっており、同病院の再建が急務で中心課題となりそうである。」「東日本大震災後の東北大学医学部の経験をぜひ詳しく伝えて欲しい。」



図 5 西村医学部長との面談

7.4.3 熊本大学医学部附属病院神経精神科 池田学前教授、橋本衛准教授、熊本大学保健センター 藤瀬昇教授との面談

「熊本大学は東日本大震災の際には県の支援枠で岡山県とともに南三陸町の支援を行った。池田教授は阪神淡路大震災も兵庫県の施設に勤務しており経験。熊本地震ではこころのケアセンターの予算を県や大学に時限付きでなく恒久的なポジションとして人を配置できる方向で人材配置されることが望ましいと考えている。こころのケアセンターは同門がひとつでまとまっているので、適切な予算措置がなされれば、有効にメンタルヘルス支援が行えると期待する。医局は医療機関のニーズ対応等に追われ、現状では中々、実態調査やアウトリーチを検討できる状況にない。厚生労働省、熊本県などの関係者も招き、東日本大震災の教訓を熊本地震対応にどう活かせるかに関するシンポジウム等のイベントを共同で検討できることは望ましい。」との情報、ご意向を伺った。

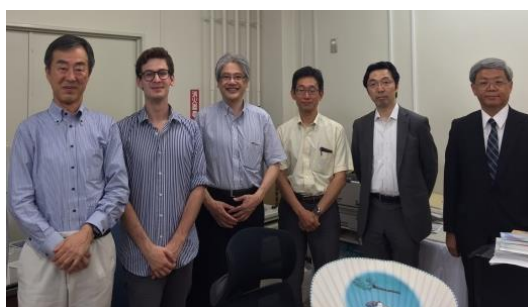


図 6 熊本大学精神科の先生方との面談

7.4.4 熊本大学大学院 環境社会医学部門 看護学講座 前田ひとみ教授、医学部 感染免疫診療部 満屋裕明教授、中田浩智講師との面談

「本震においても後方支援を行う大学病院の機能は維持できたが、主な臨床講座が使用する臨床研究棟は被害が大きく、多くの機器に被害がみられた。これら臨床講座は新病院棟に仮引越しをして機能を維持しているが、最低限の仮引越しの費用でも一講座あたり 1000 万円程度計上されており負担が大きい。また今後、機器の修理費用等の問題も出てくるこ

とが予想される。」「熊本市内の避難所は、災害関連感染症が蔓延し始めるとされる災害後 1 週間以内に解散・縮小となったため、感染制御チームは最も被害のひどい益城町や南阿蘇村などの避難所の感染管理業務に集中することが可能であった。東日本大震災時と異なる点は、避難者の多くが、昼間に仕事・片付けなど避難所から外出し、夜間のみ避難所内で過ごされたことである。そのため昼間に十分な換気など効率のよい感染制御が可能であった。また、感染症発生患者は熱中症の危険のある外ではなく避難所内にテントを設置し保護した（隔離では差別となるため）。その他には高齢者における口腔ケアの不十分さからくる誤嚥性肺炎が多く見られた。口腔ケアの重要性について教育が必要と思われた。」「熊本県と熊本大学で行っている ICT サーベイランスは県庁・大学に情報が集約され、どこの避難所でどの程度の感染症が発生しているかがわかるシステムである。これまでに熊本県では ICT 資格を有する看護師を 24 名教育し、各保健所と協力できるように配置してきた（今後も増員予定）。しかし、他地域から介入した感染制御チームは、既存システムと情報共有できず、このシステムを十分に活用できなかった。そのため住民の中には多重にサーベイランスが行われ負担が大きいと感じた方もいたようだ。感染症対策の場合、外部支援はその地域のシステムに組み込むことが望まれる。」等の情報を伺った。

7.4.5 熊本大学大学院生命科学研究部環境生命科学講座公衆衛生学分野 加藤貴彦教授との面談

限られたマンパワーで震災前から取り組んでいるエコチル事業の遂行等に追われ、被災地域の状況を把握したり、実態調査や介入を検討する余裕はないのが現状とのことであった。教室の出身の医師・藤井可氏が熊本市で職員のメンタルヘルスを含む健康調査を企画しておられるとの情報共有があった。大規模災害後の健康調査とデータに基づく健康支援については、その重要性を十分に認識しており、今後、東北大学との連携も考慮していきたいとの意向を示して頂いた。

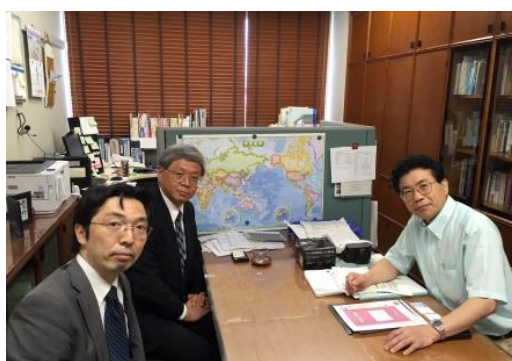


図 7 熊本大学加藤貴彦教授との面談

7.4.6 熊本大学大学院生命科学研究部分子脳科学分野岩本和也研究室（文東美紀准教授）と面談

前震で倒れた棚、機材を復旧させたところで、本震が来て再び棚、機材が倒れ、精神的に参った。幸いなことに停電はなく、冷蔵庫、冷凍庫の破損もなく、試薬、検体が無事だったのは幸いだった。他の研究室も機材の破損はあったところもあるが、停電がなく、検体は無事なところが多かったと聞いているとのことであった。ただ、水道管の一部、電源、蒸留水精製機器等は破損し、工事を頼まなければならないが、工事が混んでおり、なかなか来てくれず、実験できる環境に戻るまでには当分時間がかかりそうであると見通しであった。

7.4.7 八代更生病院 副院長 安川節子先生との被災現場視察

「熊本は白川、緑川が流れるが、市民の感覚でいうと災害といえば、阿蘇山の水を運ぶ白川の氾濫による水害、台風、阿蘇山の噴火などが懸案事項で、まさかここまでの地震が来るとは思っていなかった。熊本は白川が運んだ阿蘇山の火山灰が蓄積してできた土地で液状化現象があちこちでみられる。耐震建築がなされ、建物自体にはほとんど影響が出ていない物件で、建物被害評価上は、半壊、全壊などにはなっていないものでも、液状化で周囲の土地が陥没している建物が多く、傾いている建物も多く復旧復興の課題となる。熊本の地盤の悪さを改めて認識させられた感がある。」「熊本県精神保健センターと熊本大学精神科は発災当初より連携して、災害救援活動にあたっていたが、中長期でも連携して、こころのケアセンターを設置する方向で動いている。本部は熊本県精神保健センターに設置。昨日、熊本 DPAT の結成の集まりがあり、熊本県下の精神科医療機関の医師、職員約100名が集まった。今後、こころのケアセンターと連携して、地域のメンタルヘルスケア対応を行う。」等のお話を伺った。町役場も補修が必要な状況で、周辺には倒壊した家屋やビニールシートを被った家屋が至る所に散見された。プレハブ型仮設住宅の建設が進んでおり、既に入居が完了している箇所もみられた。



図8 修復中の益城町役場庁舎と建設中のプレハブ型仮設住宅

7.4.8 社会医療法人ましき会益城病院 事務次長 宮崎翔氏、八代更生病院 副院長 安川節子先生と面談

前震被災直後より DPAT の応援もあり、入院患者の搬送を終え、その晩に本震がきた。

いろいろな病院や施設が受け入れを申し入れ、迎えの車も出してくれた。電子カルテ化しており、情報が出せずに困ったが、サマリーシートのみ紙媒体で保管していたので、これを元に担当医が手書きで紹介状を書いた。九州県内の精神科医局から DPAT を介さずに直接診療の応援に来てくれて、診療面のカバーをしてもらえた。非常用発電機を屋上に設置していたが、余震の中を燃料を購入に行って屋上にあげるのが大変で使えず、他から携帯用の非常用電源を貸してもらったのを利用した。井戸水だが、それがくみ上げられず困った。また、井戸水をくみ上げられるようになって、濁ったり、排水ができなかったりという問題があった。2、3階は排水ができるが、1階は地面を掘らなければ排水ができず、地面は余震で排水管が入れられないため、結局、1階の復旧ができず、2、3階のみが現在までに復旧できている。以前 200 名近くの入院患者があり、現在、70-80 名を呼び戻している。



図 9 益城病院事務次長 宮崎翔氏、八代更生病院 副院長 安川節子先生との面談

7.5 まとめと今後の展望

東日本大震災の教訓を生かして、災害医療救援のあり方に改善がみられた点が多く認められた。例えば、東日本大震災の教訓を生かして災害医療コーディネーターの全国的な整備がなされ、熊本地震発災後の膨大なコーディネートニーズに対して、日本集団災害医学会災害医療コーディネートサポートチームの導入による機能的な活動がなされたことや、精神科医療機関の救援が大幅に遅れた東日本大震災の教訓を生かして発足した DPAT の活動により円滑に精神科医療機関からの患者搬送が行われたこと等があげられる。一方、二次医療圏レベルでは、コーディネーターが事前に指定されていなかったため、当初混乱が見られた地域があった点、DPAT が地域で浸透しておらず、スムーズに地域のニーズと噛み合わなかった点等、課題も残された。

災害医療支援は災害対策本部を中心に DMAT、DPAT を始めとする多くの団体、チームが組織立って取り組む体制ができおり、災害科学国際研究所の医学系メンバーは何らかの形で、これらの枠組みの一員として、もしくは、連携する形で、被災地域の支援活動に当たる、もしくは、情報収集を行うことになった。災害科学国際研究所の医学系メンバーの活動に関しては、災害発生時に、より緊密に既存の災害支援体制と連携して有効に災害

支援に有益な活動を行えるよう更なる事前の準備が必要であることが認識された。また、今後、熊本大学、ならびに、災害対応関連機関との間で、熊本地震対応の振り返りや中長期の健康問題への対応に関し、連携を進めていくことが重要な課題となる。

<参考文献>

- 1) 厚生労働省 「熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況及び対応について（平成 28 年 5 月 9 日時点）」
<http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10600000-Daijinkanboukouseikagaku-ka/0000123620.pdf>
- 2) 国立病院災害医療センター災害医療部・厚生労働省 DMA T 事務局「熊本地震報告」
<http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10801000-Iseikyoku-Soumuka/0000136146.pdf>
- 3) 日本医師会救急災害医療対策委員会「救急災害医療対策委員会報告書(平成 28 年 3 月)」
http://dl.med.or.jp/dl-med/teireikaiken/20160323_3.pdf
- 4) 河嶌 譲「いまこそ知りたい！ 災害派遣精神医療チーム【DPAT】とこころのケア【PFA】」
<http://rise-nippon.co.jp/report/1135/>
- 5) 富田博秋、佐久間篤「災害精神医学領域におけるアウトリーチ支援（特集 精神科領域におけるアウトリーチ支援の現在）」臨床精神医学 46(2), 199-204, 2017
- 6) 富田博秋「災害時精神医療の現状と展望」Depression strategy 6(4), 1-4, 2016
- 7) 佐々木宏之「平成 28 年熊本地震に対する東北大学病院災害派遣医療チーム（DMAT）の活動」
http://irides.tohoku.ac.jp/media/files/event/event/houkokukai/20170312_6yearsympo_4_sasaki.pdf
- 8) 佐々木宏之「平成 28 年熊本地震に対する東北大学病院 DMAT の活動」2016 年日本地理学会秋期学術大会抄録

第 8 章 被災者行動パターンの被災・回復過程

奥村 誠（東北大学災害科学国際研究所被災地支援研究分野）

山口裕通（日本学術振興会特別研究員）

金田穂高（株式会社ゼンリンデータコム）

土生恭祐（株式会社ゼンリンデータコム）

携帯電話位置情報は、大量の人々の移動情報を高頻度かつ継続的に取得している情報であり、災害時などの被災・行動状況をこれまでとは異なった視点からリアルタイムに把握できる可能性が高い。ここでは、平成 28 年熊本地震時の混雑統計②データを用いて、都市機能・人々の生活行動パターンがどのように低下し、回復してきたのかを把握した。この情報は、今後モニタリング・データ提供の体制を整備することで、リアルタイムに得ることが可能であり、外部からの支援物資の量や支援内容を検討する際に活用が期待できる。

8.1 災害時の携帯電話位置情報の活用

8.1.1 携帯電話位置情報の活用に関する既存研究

近年、我々は日常生活の中で携帯電話・カーナビなどの情報通信端末を伴って移動するようになった。その情報通信端末が取得している位置情報のログは、平常時だけでなく災害などの異常時の記録を含んでおり、Hara and Kuwahara (2015)¹⁾ や Song et al. (2014)²⁾, Bagrow et al.(2011)³⁾ などが災害時の行動分析を試みている。瀬戸ら (2016)⁴⁾は、2016 年 4 月 14 日に発生した平成 28 年熊本地震の被災状況を把握するために、株式会社ゼンリンデータコムが販売している混雑統計②の1時間ごとの250mメッシュ人口データを用いて、発災後 4 日間の混雑情報を分析し、避難所があるいくつかのメッシュにおいて発災後に数千人規模の人の集積とその時間変化が観測できることを確認している。しかしこのデータの抽出率がおおよそ総人口の 1/200 であり、中小規模の(数百人規模以下の)避難所の位置とその避難者数を特定することは困難であることもわかる。

我々は、混雑統計②の元となる5分ごとの携帯電話位置情報データを用いれば個別のユーザーの移動行動を長期に追跡できることに着目し、個人の行動を滞在 3 種類(主拠点、副拠点、その他)と、移動中という 4 つの状態に分類して、平常時と災害発生後の構成比の違いを分析する。これにより、「災害によってどれくらいの人々の行動がどう変わったのか?」、 「その変化はどれくらい長く継続したか?」といった点を分析する。これらはBruneauのレジリエンスの三角形⁵⁾に相当し、災害の影響の大きさを規定する重要な情報である⁶⁾。

8.1.2 使用するデータの概要

以下では、2015 年 4 月 1 日～2015 年 6 月 30 日と 2016 年 4 月 1 日～2016 年 6 月 30 日の毎時 00 分における熊本県および大分県における混雑統計②のデータを分析する。この混雑統計②データは、NTT ドコモが提供する「ドコモ地図ナビ」サービスのオー

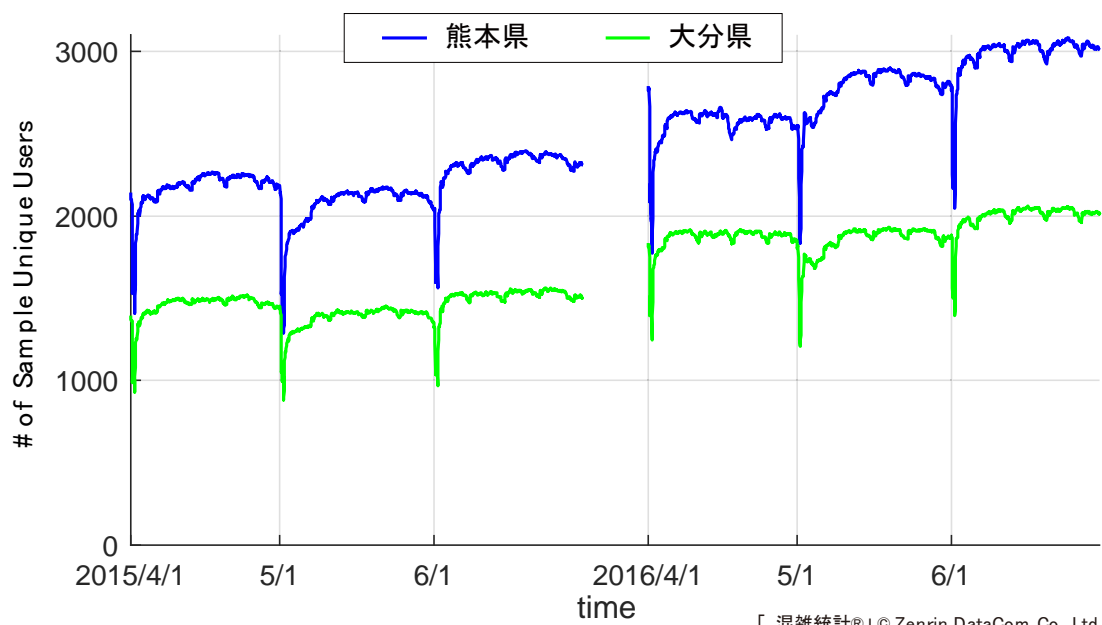


図 1 サンプル数の時間変動

トGPS 機能利用者の中で、承諾を得た上で送信される携帯電話の位置情報をもとに作成される集計データである。長期にわたる各ユーザーの非集計の位置情報は、個人の特定につながる情報であるため、NTTドコモが非特定化・集計・秘匿化によって個人情報を除去する処理を実施した、集計後のデータの提供を受け分析に使用している。なお、このデータは、空間情報として県単位の集計値のみが含まれており個人の属性などは一切わからない。

データの集計手順の概要は以下の通りである。a) 各ユーザーの最短5分ごとの測位データに基づき、15分以上連続して半径300mの円内に連続して測位される状態を「滞在」と定義する。b) 測位間の間隔が24時間以上の期間を「測位なし」と定義する。c) 「滞在」，「測位なし」のどちらでもない期間を「移動」と定義する。d) 月ごとに各ユーザーの滞在地点を半径600mに収まるようグループ化する。e) 最も滞在観測日数が多い中で合計滞在時間が最も長い滞在地点グループを「主拠点」と定義する。さらに「主拠点」を除外したなかで合計滞在時間が最長の滞在地点グループを「副拠点」と定義する。ただし、その拠点での滞在日が5日未満で滞在時間が滞在日1日あたり2時間を超えなければ「副拠点なし」として分析の対象外とする。以上のようにして、2015 年と 2016 年の 4 月～5 月の毎日・毎時 00 分時点に、熊本県と大分県に主拠点が存在するID の数(以降ではこの数をサンプル数と呼ぶ)を、主拠点滞在、副拠点滞在、その他の滞在および移動という 4 つの「状態」毎に集計したデータを利用する。なお「測位なし」のデータは用いない。

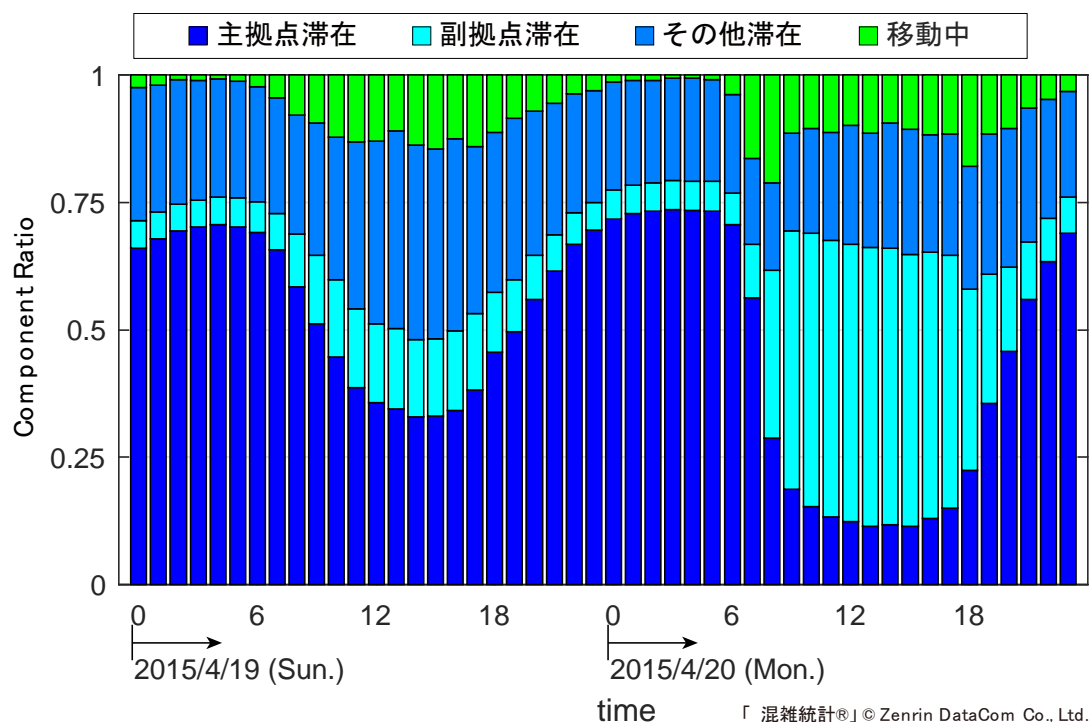


図 2 平常時状態構成比の観測時間変動(2015/4/19-20,熊本県)

8.2 平常時状態構成比の時間変動

8.2.1 滞在状態構成比の基礎集計

図 1 に、4 つの状態をとるサンプル数の時間変動を示す。各時点でのサンプル数は熊本県で 2,000~3,000 人、大分県で 1,000~2,000 人程度である。なお、各月の最初の 2 日程度はサンプル数が少ないが、これは月ごとに処理をするという集計アルゴリズム上、月をまたぐ行動が翌月側にはカウントされないため、毎月 1, 2 日のサンプル数が少なくなることに起因する。後の分析では、この変動は「月周期の平常時に見られる変動」としてモデルに組み込むことで除去している。また、4 月 14 日の熊本地震発災により、熊本県においては通常の週末に比べて 80 名程度余分に減少し平日になってからの回復が若干遅いという変化が見られる一方、大分県では影響はほとんど見られない。各状態の観測数を全時点で合算すると、サンプル数の約半数が主拠点滞在、約 24%が副拠点滞在、20%がその他の滞在であり、移動している時間は 8%程度に過ぎない。

図2 は、熊本県の、2015 年 4 月 19 日(日曜日)の午前 0 時からから 20 日(月曜日)の 23 時までの 1 時間ごとの状態構成比を図示したものである。まず、主拠点滞在の構成比は、深夜・早朝の時間に大きく、昼間に小さい。また、昼間の主拠点での滞在構成比は日曜日(4/19)のほうが月曜日(4/20)よりかなり大きい。この変動は、夜間には自宅で就寝し昼間は外出しているが日曜日は比較的自宅に滞在している人が多いことを表しており、おおむね主拠点を「自宅エリア」と解釈できることを示している。続いて、副拠点滞在をみると、月曜日(4/20)の 9 時から 18 時までの間で非常に構成比が大きい一方で、日曜日(4/19)

表 1 平常時状態構成比モデルの説明要因 σ として取り上げる候補

		パラメータ数
定数項		1
周期変動	1 週間（火～日ダミー）	6
	5 日（5,10 日と前後日）	3
	1 か月（各月 1 日，2 日）	2
	祝日（祝日とその前後日）	3
期間・空間差	年次（2016 年ダミー）	1
	月次（5,6 月ダミー）	2
	都道府県（大分県ダミー）	1
計		19

「混雑統計®」 ©Zenrin DataCom Co., Ltd.

では構成比が少ない．このことから副拠点は「通勤先・通学先エリア」に相当していると考えられる．さらに移動の構成比をみると，副拠点の構成比と連動して月曜日の朝 7-8 時と夕方 18 時に通勤・通学のラッシュが見られることも確認できる．

8.2.2 平常時状態構成比の推計モデル

本分析では，地震発災後に観測された各日各時の状態構成比から，対応する平常時の状態構成比を引いた差異を用いて地震の影響を考察する．基準となる平常時の状態構成比は特定の日の観測値を用いるのではなく，全ての日の観測値に基づいて推計モデルを作成し，そのモデルを用いて地震後当該日の各時における推計値を求めて使用する．推計モデルとして，各個人が時刻ごとに適した状態を4つの状態の中から選択すると考え， d 日・ t 時に状態 k を選択する確率 $P_{d,t}(k)$ を以下のような4項選択のロジットモデルにより定式化する：

$$P_{d,t}(k) = \frac{\exp(\alpha'_{k,t} \sigma_{d,t})}{\sum_{k \in K} \exp(\alpha'_{k,t} \sigma_{d,t})} \quad (1)$$

ここで， $\sigma_{d,t}$ は時間・曜日といった周期と月次・空間の差異を表現する $\{0,1\}$ のダミー変数ベクトルで表-1のような候補を設定し説明力の高いものを残す， $\alpha_{k,t}$ は周期変動・差異の大きさを示す係数であり， $\alpha'_{k,t} \sigma_{d,t}$ で時点 (d,t) における状態 k の確定効用をしめす． K は状態の集合であり，滞在 3 種類(主拠点，副拠点，その他)と移動中の合計 4 つである．係数 $\alpha_{k,t}$ を推定する際には確定効用部分の定数項を固定するために， $\alpha_{\{\text{主拠点滞在}\}} = 0$ と仮定する．

$\sigma_{d,t}$ の要素をAIC 最大化に基づくステップワイズ法で選択し， $\alpha_{k,t}$ を最尤法によって推定した．採択パラメータ数とモデルの適合度を表2 に示す．採択されたパラメータ数から，それぞれ概ね 50 個前後の変数を持つモデルであることが確認できる．また，Residual

表 2 モデルの推定結果

時間	Num. of par.	R.D. ($\times 10^3$)	N.D. ($\times 10^3$)	R.R.
0	54	1.18	7.92	0.85
1	51	1.12	7.45	0.85
2	54	1.30	7.38	0.82
3	54	1.29	7.10	0.82
4	54	1.20	6.89	0.83
5	54	1.12	6.78	0.83
6	54	1.12	7.10	0.84
7	51	1.11	14.81	0.93
8	51	1.34	42.22	0.97
9	51	1.29	58.10	0.98
10	48	1.35	55.91	0.98
11	54	1.46	55.73	0.97
12	48	1.55	53.14	0.97
13	48	1.65	53.71	0.97
14	48	1.73	52.11	0.97
15	54	1.71	52.19	0.97
16	57	1.78	52.87	0.97
17	57	1.76	51.13	0.97
18	57	1.77	33.54	0.95
19	48	1.53	19.60	0.92
20	54	1.28	12.56	0.90
21	48	1.17	9.91	0.88
22	48	1.13	9.06	0.87
23	51	1.11	8.53	0.87

「混雑統計®」 ©Zenrin DataCom Co., Ltd.

Num. of par.: 採択パラメータ数

R.D. Residual Deviance

N.D. Null Deviance

R.R.: $1 - (R.D. / N.D.)$

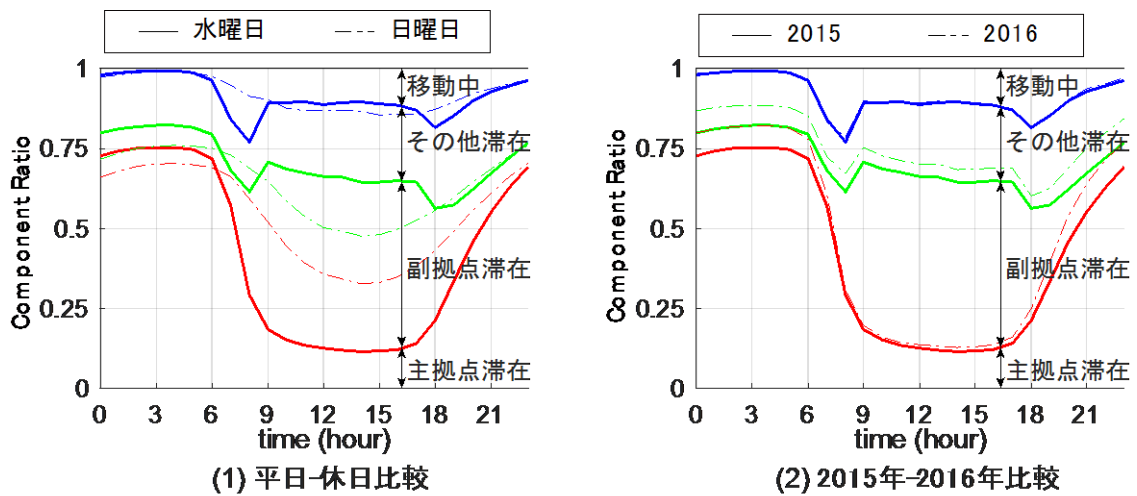
Deviance と Null Deviance の構成比をみると、0.82~0.97 であり、日変動のかなりの部分をモデルで再現できていることが確認できる。

8.2.3 平常時状態構成比の推計結果

図3 (1) は、時間別行動パターンの平日(実線)と日曜・祝日(一点鎖線)を示したものである。平日と休日の差として、以下の2点を確認できる。1点目は、日曜・祝日のほうが平日昼間の主拠点滞在率が大きく、ほぼその分だけ副拠点の滞在率が小さい点である。これは、副拠点の多くが「勤務地」に相当しており、日曜・祝日には勤務地に滞在する行動が少ないことを反映している。また、この結果から、日曜・祝日に勤務地に滞在しない代わりに、自宅(主拠点)に滞在する構成比が大きいこともわかる。2点目は、平日では朝7、8時と夕方18時に「移動中」状態の2つのピークがみられるが、日曜・祝日ではほとんど見られず、昼の12-15時をピークとする単峰形であることが読み取れる。これは、1点目と同様に、日曜・祝日は通勤・通学行動がほとんど起こらないことを示している。

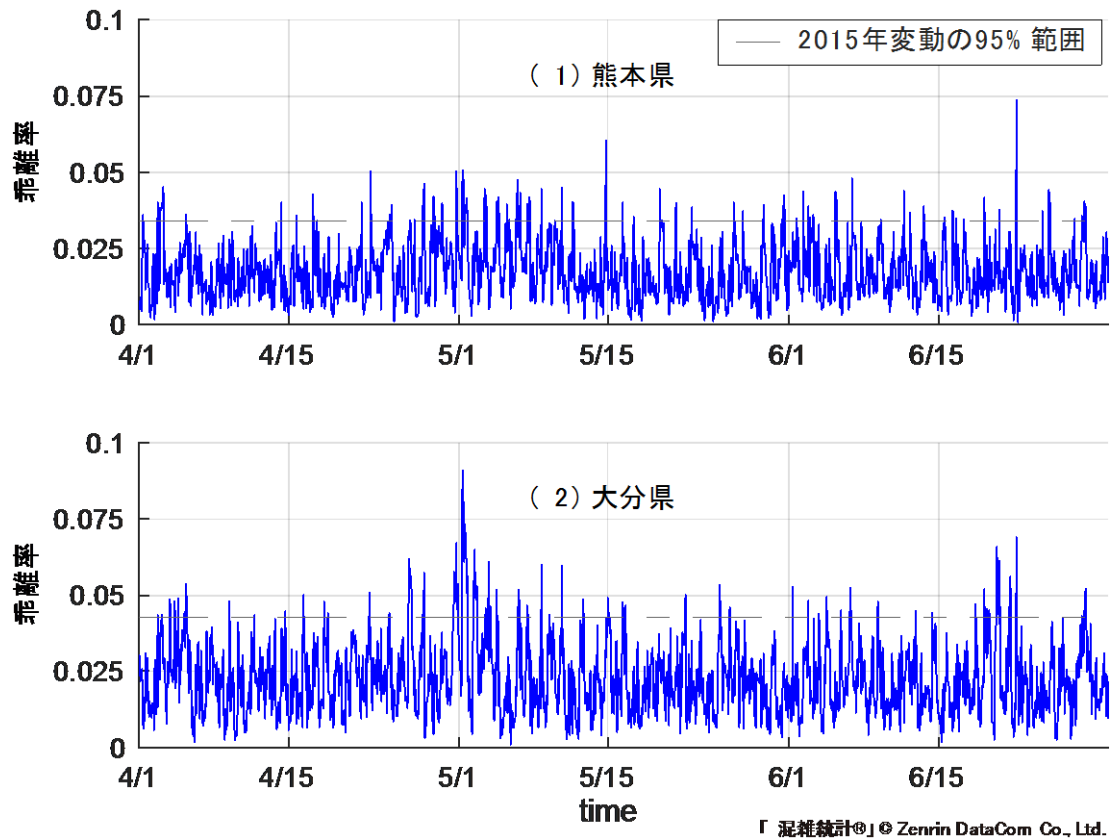
つぎに、図3 (2) から、水曜日における2015年(実線)と2016年(一点鎖線)の差異を見ると、昼間の副拠点滞在構成比が2015<2016であり、夜間の主拠点滞在構成比が2015<2016であることがわかる。実際に、これほどの生活行動の変化が2015年から2016年にかけて起こったとは考

え難い。そのためこの原因は、熊本地震の長期的な影響、あるいは元データのサンプルの傾向が1年間で変わったことによる影響と推測される。この部分の原因解明は、より長期間かつ連続的なデータを用いて検討する必要がある。



「混雑統計」© Zenrin DataCom Co., Ltd.

図3 モデルによる平常時状態構成比の推定結果



「混雑統計」© Zenrin DataCom Co., Ltd.

図4 2015年の行動パターン乖離率の時間変動

平常時通りの行動パターンを実施できなかった人の構成比として、式 (2) から算出される「行動パターン乖離率」の時間変動を確認する。ここで $N_{k,d,t}$ は時点 (d, t) における状態 k の観測サンプル数である。

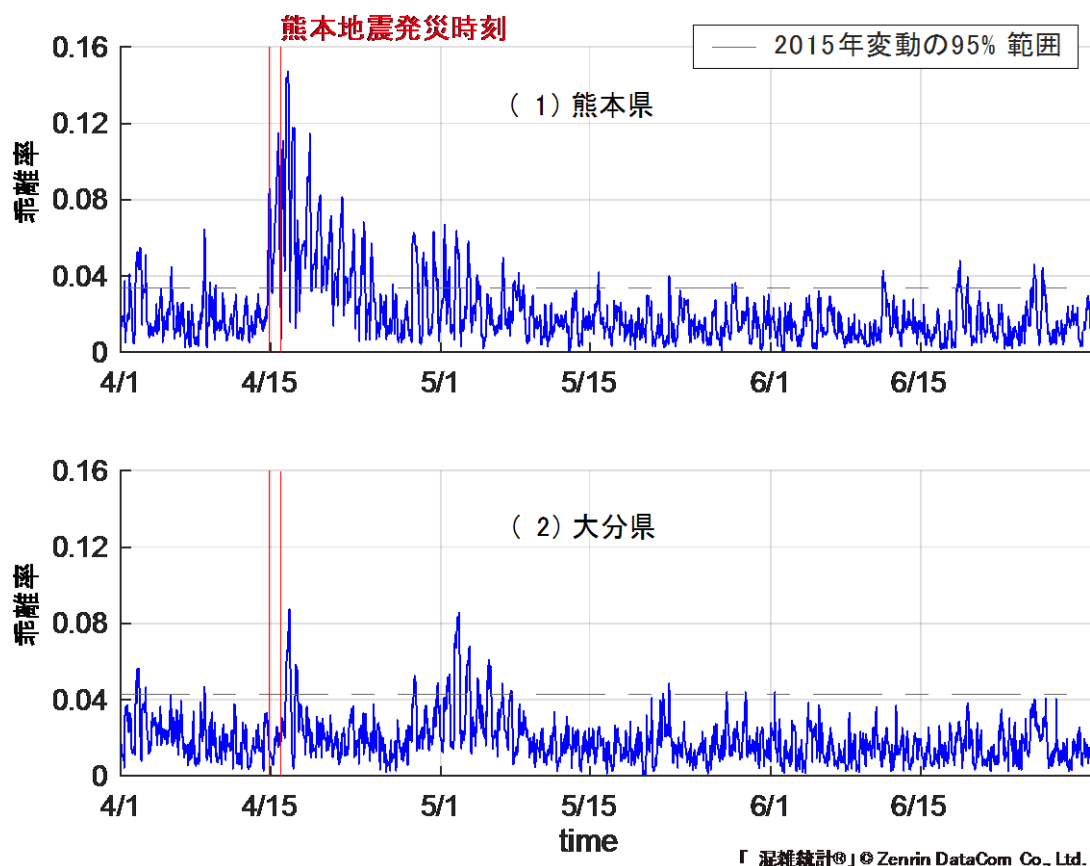


図 5 2016 年の行動パターン乖離率の時間変動

$$\epsilon(d, t) = \sum_{k \in K} \frac{1}{2} \left| \frac{N_{k,d,t}}{\sum_{k \in K} N_{k,d,t}} - P_{d,t}(k) \right| \quad (2)$$

図4 は、2015 年 4 月 1 日 0 時から、2015 年 6 月 30 日 23 時までの行動パターン乖離率の時間変動を示したものである。この図から、各時点における本研究の行動パターンの平常時変動モデルからの式 (2) 乖離率は、おおむね 5%以下であることがわかる。ただし、5 月 1 日前後のゴールデンウィーク期間中では、大分県で行動パターンが平常時と乖離しており、最大で 9%程度の乖離がみられることがわかる。なお、図4 に示した一点鎖線より下の領域が、2015 年 4 月～5 月までの乖離率が含まれる 95%範囲であり、およそ 3%程度は、本モデルの誤差として見込む必要がある。

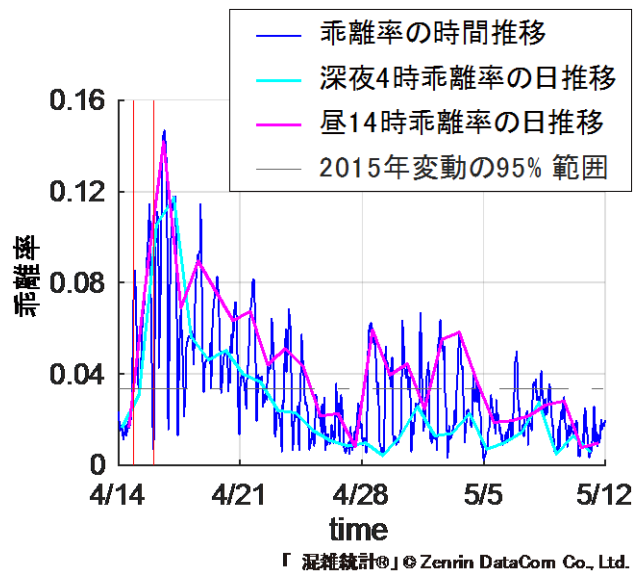


図 6 地震発災時の行動パターン乖離率の時間変動（熊本県）

8.3 行動パターンの被災・回復過程

8.3.1 熊本地震後の行動パターン乖離率の時間変動

図5 は、2016 年 4 月 1 日 0 時から、2016 年 6 月 30 日 23 時までの熊本県と大分県の行動パターン乖離率の時間変動を示したものである。この図から、熊本県では、4 月 14 日の発災時刻(赤線)以降、数日の間は行動パターン乖離率が顕著に大きいことが確認され、数日にわたって多くの人が通常の生活パターン通りの行動を実施できていなかったことを示している。一方で、ゴールデンウィーク以降(5 月 9 日以降)になると、行動パターン乖離率の変動は図5と大差ない。つまり、5/9には、混雑統計®で確認できるほどの大きな行動パターンの乖離は見られなくなっていることがわかる。また、大分県においては、1 日程度のみ大きな乖離が見られるが、それとゴールデンウィークを除けば大きな災害の影響は見られないことが確認できる。

図5 の、熊本県の発災直後 4 週間を拡大したものが図6 である。図6 をみると、熊本県では 4 月 16 日の 15 時(約 14%)をピークとして平常時行動パターンからの深刻な乖離がみられる。この乖離は、4 月 26 日まで平常時の変動範囲より顕著に大きい状態が継続し、最大時には熊本県の 16%もの人が平常時の生活パターンをとれなかったことを示している。この変動を時間別にみると、昼間 14 時の乖離と比較して、深夜 4 時の乖離の方が早く収束していることがわかる。これは、避難所など平常時と異なる場所で宿泊していた人の多くが 10 日程度で自宅に戻ることで、深夜帯の行動パターンは回復したが、仕事などをはじめとする昼間の行動が回復するには、さらに数日を要したことを示唆している。

8.3.2 主拠点滞在構成比への災害の影響

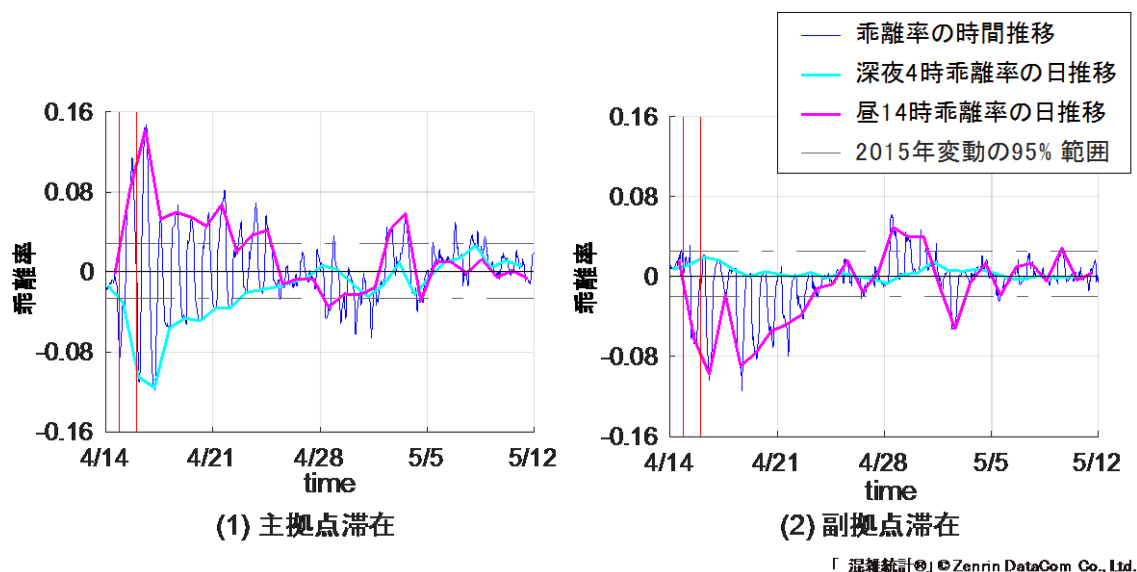


図 7 地震発災時の主拠点・副拠点滞在乖離率の時間変動（熊本県）

さらに4つの滞在状態ごとに平常時からの乖離率を式(3)で定義して、その変化を確認していこう。

$$\epsilon'_k(d, t) = \frac{N_{k,d,t}}{\sum_{k \in K} N_{k,d,t}} - P_{d,t}(k) \quad (3)$$

地震発生後4週間の主拠点滞在の平常時パターンからの乖離を示す図7(1) をみると、発災後 2 週間程度は正・負の両方の方向に大きな乖離がみられる。

深夜 4 時では、本震直後の-12%をピークとして、主拠点滞在率が減少している。これは、地震による自宅の被災で、避難所で夜を過ごす人が多く存在したことを反映している。その後、徐々に回復しおおよそ 10 日程度で平常時の誤差範囲内まで回復する様子が見て取れる。つぎに、昼間 14 時の変動をみると、深夜と正反対の変化が起こっている。この時間の変化を追うと、本震直後の+15%をピークとして、主拠点滞在率が増加している。これは、被災によって仕事や学校での活動が止まってしまい、多くの人が昼間の自宅に滞在していたことを反映している。この状況は、徐々に回復し 10 日程度で平常時の誤差範囲内まで回復している。

以上の主拠点での滞在乖離率の時間変動を熊本県の人口に乗じてまとめると以下のとおりである。熊本地震発生直後、熊本県では最大 22 万人が通常通りに夜間に自宅に滞在できなくなり、7 万人以上の異常状態が 6 日間継続した。そして、昼間には 27 万人が通常通りの外出行動をせずに自宅に滞在し、7 万人以上の異常状態が 10 日間継続した。

8.3.3 副拠点滞在構成比への災害の影響

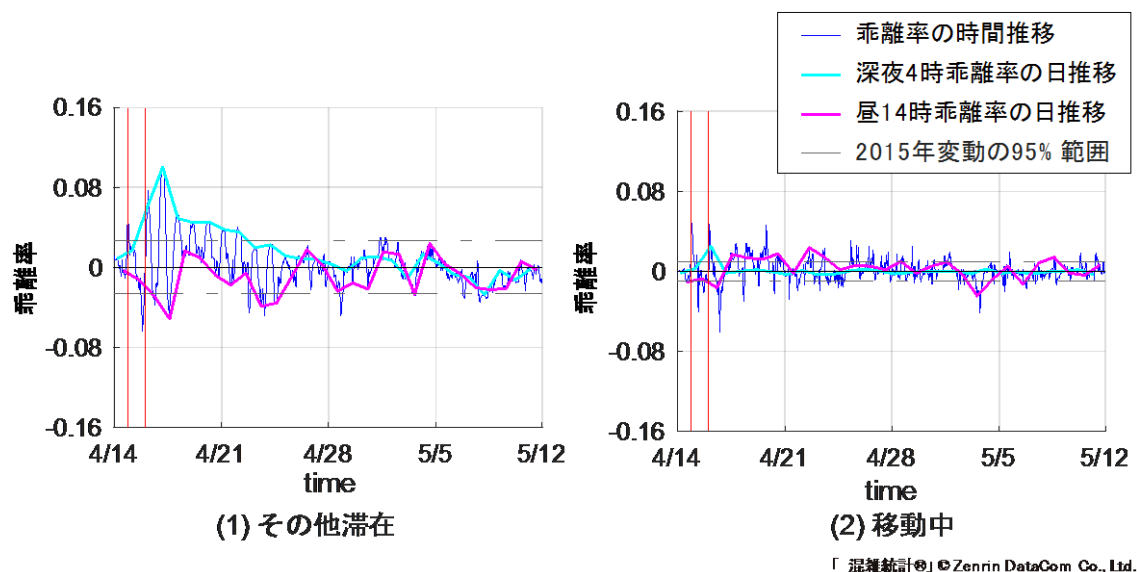


図 8 地震発災時のその他滞在・移動中乖離率の時間変動（熊本県）

つぎに、図7(2)の副拠点滞在の平常時パターンからの乖離率の時間変動をみると、主拠点とは異なった形の変動がみられることがわかる。時間帯ごとには、昼間のみで乖離が起こっている。つまり昼間 14 時では、本震直後の-10%をピークとして、副拠点滞在率が減少している。これは、地震によって昼間の勤務地・通学先での滞在行動が大きく減っていることを示唆している。

以上の副拠点での滞在乖離率の時間変動を、熊本県の人口に乗じてまとめると以下のとおりである。熊本地震発生直後、熊本県では 18 万人が通常通りの外出をせずに自宅に滞在し、7 万人以上の異常状態が 10 日も継続した。

8.3.4 その他滞在構成比への災害の影響

その他滞在の平常時パターンからの乖離率の時間変動を図8(1)に示す。これよりその他滞在では、主拠点における深夜時間の乖離とほぼ同じ期間で乖離が見られる。これは、地震の影響により深夜に自宅滞在が不可能となり、主拠点でも副拠点でもない場所に避難していた量が抽出されているものと考えられる。

8.3.5 移動中構成比への災害の影響

移動中率の平常時パターンからの乖離率の時間変動を図8(2)に示す。これより地震直後の 2 週間程度に乖離が大きい時点が多少見られるものの、おおむね大きな変動は見られないことを示している。つまり、移動時間の面においては、地震の影響によって大幅に増減するような変化は見られないことがわかる。

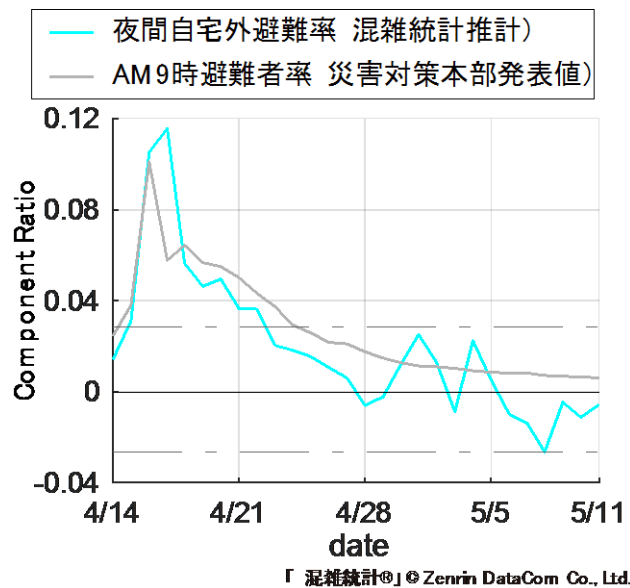


図9 夜間時点避難者数の時間変動比較(熊本県)

8.4 避難者数データとの比較

以上の結果から把握できる「災害の影響」の信頼性を確認する.ここでは, 図7(1) から得られる, 熊本県で深夜 4 時に自宅滞在できなかったサンプル構成比と, 熊本県の災害対策本部が発表している午前 9 時の避難者数⁷⁾(各避難所の人数を合算した値)を熊本県の人口で除した値を比較する.両者を比較した図9 を見ると, 混雑統計®を用いて算出した夜間自宅外避難率(深夜 4 時の自宅滞在予測量 - 観測自宅滞在率)と, 災害対策本部発表の避難者数の時間変動は, おおむね一致していることが確認できる.つまり, 本研究の手法から得られる夜間自宅外避難率を用いることで避難者数を概算できる.しかし, 次の 2 点では乖離が見られる:(1) 4/17 は, 災害対策本部発表の避難者数と比較しておおよそ 2 倍の量である点, (2) 4/18 以降は 2%程度, 少なめに推定されている点である.

これらの乖離の原因は, 二つのデータの定義の違いにあると推測される.災害対策本部発表の避難者数は避難所でカウントされた人数であり, 自宅を離れて自家用車で一晩を過ごした人などはカウントされていない.一方で, 混雑統計®データから算出した数値には, 位置情報データの精度の都合上, 自宅近く(300m 以内)の避難所で避難している人をカウントできていない.つまり, 図9 における乖離は, 発災直後かつ余震が続く混乱期間に避難所外に滞在している人数分と, 長期間避難所での生活を余儀なくされる人のなかに一定割合で避難所と自宅が位置情報で判断できないほど近いサンプルが含まれることが原因であると推察できる.

なお, 本研究で算出した夜間自宅外避難率では, 4/23 以降は平常時の変動の範囲内に戻っている.つまり, 災害対策本部の発表値ではまだ約 6 万 7 千人もの避難者数が存在して

いる状態だが、本研究の方法ではこの程度の量であると平常時の誤差と大差なく、「異常状態」と判断することは難しい。

8.5 おわりに

以上、混雑統計データから見る事ができる「行動状態」の時間変化に着目し、平成 28 年熊本 地震が生活パターンに与える影響を分析した。具体的には、熊本県と大分県の状態構成比の、2015 年 4 月 ~6 月と 2016 年 4 月 ~6 月の間の 1 時間単位の時間変動を、「日常的なパターン から予想される周期的な変動」と、「それ以外の乖離部分」に分解し、乖離部分の分析を行った。その結果、熊本地震発災後に、熊本県において発生した大きな日常的な生活パターンからの乖離と、それが回復する過程を定量的に確認することができた。

具体的には、以下のような被災が起こっていることが明らかになった:1) 熊本地震の発生直後に、熊本県では最大 22 万人が通常通りに夜間に自宅に滞在できなくなり、7 万人以上の異常状態が 6 日間継続した。そして、この推移は避難所で夜を過ごした人数の推移とおおむね合致している。2) さらに、昼間の勤務行動については、最大 18 万人が通常通りの副拠点(勤務地)への外出行動をせずに自宅に滞在し、7 万人以上の異常状態が 10 日も継続していた。これは、自宅被害とは別の、熊本県における都市機能のダメージを示すものであり、「生活行動への被害」という面では避難者数でみるより多くの人かつ長期間のダメージがあったことを示している。

また、これらの情報は、データ提供スキーム・モニタリングする設備などを整備することでリアルタイムに得ることが可能な情報である。そのため、支援物資輸送の数量や支援体制を外部で決定する際に、その意思決定のための客観的なデータとして活用が期待できる。さらに、本研究で導出した情報は、「どのような状態の人が何人いるのか?」という情報であるが、元データを追うと「どのような状態の人が、どこに何人いるのか?」という情報も付加することができる。そのため、本データの活用に向けては、以下の 3 点の検討が求められるであろう:a) 都道府県単位より空間的に細かい単位での分析を実施することで、状態の情報に“どこに”という具体的な空間情報を付加することが可能である。しかし、空間的に細かくすると、サンプル数が少なくなり十分な信頼性を確保できない可能性がある。そのため、「どこまで空間的に細かい情報を把握できるか?」を見極めることが必要になる。b) つぎに、熊本地震を含む過去の地震の物資輸送・復旧状況の記録などと、本研究で示した方法を用いて把握できる行動パターンの被災・回復過程との関係を確認することであろう。この分析を通じて、「どのような復旧・支援体制の下では、迅速な回復が可能であったか?」を検討することができ、リアルタイムな位置情報データも組み合わせにより高度な災害復旧・支援体制の構築に寄与できるであろう。c) さらに、過去の災害における本研究の同様の情報を分析し、都市における生活行動面での災害被害の全容とメカニズムを明ら

かにすることを通じて、これからの防災体制の強化とレジリエンスの向上に寄与できる可能性が高い。

謝辞: 本報告は、日本学術振興会科学研究費特別研究員奨励費 15J03532 の成果の一部である。また、データの取得にあたって株式会社 NTT ドコモより協力を得た。この場を借り、ご協力いただいた皆様に心より感謝いたします。

<参考文献>

- 1) Hara, Y. and Kuwahara, M.: Traffic Monitoring immediately after a major natural disaster as revealed by probe data – A case in Ishinomaki after the Great East Japan Earthquake, Transportation Research Part A, Vol.75, pp.1-15, 2015.
- 2) Song, X., Zhang, Q., Sekimoto, Y. and Shibasaki, R.: Traffic Monitoring immediately after a major natural disaster as revealed by probe data – A case in Ishinomaki after the Great East Japan Earthquake, proc. of 20th SIGKDD conference on Knowledge Discovery and Data Mining, pp.5-14, 2014.
- 3) Bagrow, J.P., Wang, D. and Barabási, A.-L.: Collective Response of Human Populations to Large-Scale Emergencies, PLoS ONE, Vol.6, No.3, e17680, 2011.
- 4) 瀬戸寿一・樫山武浩・関本義秀: 平成 28 年熊本地震における混雑度推計, (<http://sekilab.iis.u-tokyo.ac.jp/wp-content/uploads/ZDCkumamoto160520.pdf>, last access: 2016/7/19).
- 5) Bruneau, M., Chang, S. E., Eguchi, R. T., Lee, G. C., O'Rourke, T. D., Reinhorn, A. M., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W. A. and von Winterfeldt, D.: A framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities, Earthquake Spectra, Vol.19, No.4, pp.733-752, 2003.
- 6) 奥村誠: 都市内災害復旧過程の時空間パターンの把握, 都市計画論文集, Vol.50, No.3, pp.402-408, 2015.
- 7) 熊本県災害対策本部: 平成 28 年熊本地震に係る被害状況等について(第 72 報), (http://www.pref.kumamoto.jp/kiji_15459.html, last access: 2016/7/25).

第9章 企業の被害と事業継続

丸谷浩明（東北大学災害科学国際研究所防災社会システム研究分野）

寅屋敷哲也（東北大学災害科学国際研究所防災社会システム研究分野）

この章では、平成28年熊本地震による企業の被害と各企業が実施した事業継続及び復旧の取組についての調査結果を報告する。

著者らは、大規模災害が発生した場合、まず、被災地を訪問せずにすぐ着手できる調査・研究として、被災企業が自社や親会社のホームページ（以下、HPと記す.）で公表する資料や、インターネットや新聞の報道から、被害と事業継続・復旧の対応状況を時系列に整理することとしている。熊本地震でもこれを実施した。

また、熊本地震の現地調査としては、2016年4月24日（土）に当研究所の今村所長とともに現地に入ったが、被災直後で各企業が当面の復旧に尽力している最中と推察され、学術的な調査活動はその支障になると考え、企業訪問は行わなかった。実施したのは、熊本市及び益城町の現地被害調査、政府の現地災害対策本部及び熊本県庁の訪問、そして災害ボランティア団体との面談であった。その後、後述のとおり2016年10月及び2017年2月に、ヒアリング調査を受入れて頂ける被災企業を探し、アポイントメントを取得して現地訪問調査を行った。

以下では、これらの調査研究の概要を紹介する。

9.1 広報資料、マスコミ報道の時系列調査

近年、主要企業は、災害で被害を受けた場合、自社の取引先や社会への説明責任を果たし、取引先の信頼を維持するためにも、被害及び復旧状況を自社または親会社などのHPから積極的に広報するようになってきている。また、サプライチェーンを介して他企業の事業活動の支障になったり、重要な製品・サービスの供給制約に波及したりすること多いため、マスコミ（業界紙などを含む）も企業被害や対応の報道をかなり行う。

そこで、著者らは、これらの広報資料やマスコミ報道を経時的に把握し、整理したリストを作成することを行うことで、状況把握に努めている。熊本地震でもこれを実施し、情報の収集は発災直後から2016年9月末まで継続した。その成果が、本章末の別表「熊本地震による企業への影響について（企業ホームページ・報道より）」である。この表には20社を掲載しているが、被害情報などはより多くの企業の報道がなされた。その中で相当の被害があり、社会に影響が広がる懸念があり、事業継続・復旧に努めている企業を選んで情報の収集・整理の対象とした。

なお、この表の情報を使った主な企業の対応事例についての説明は、後述する。

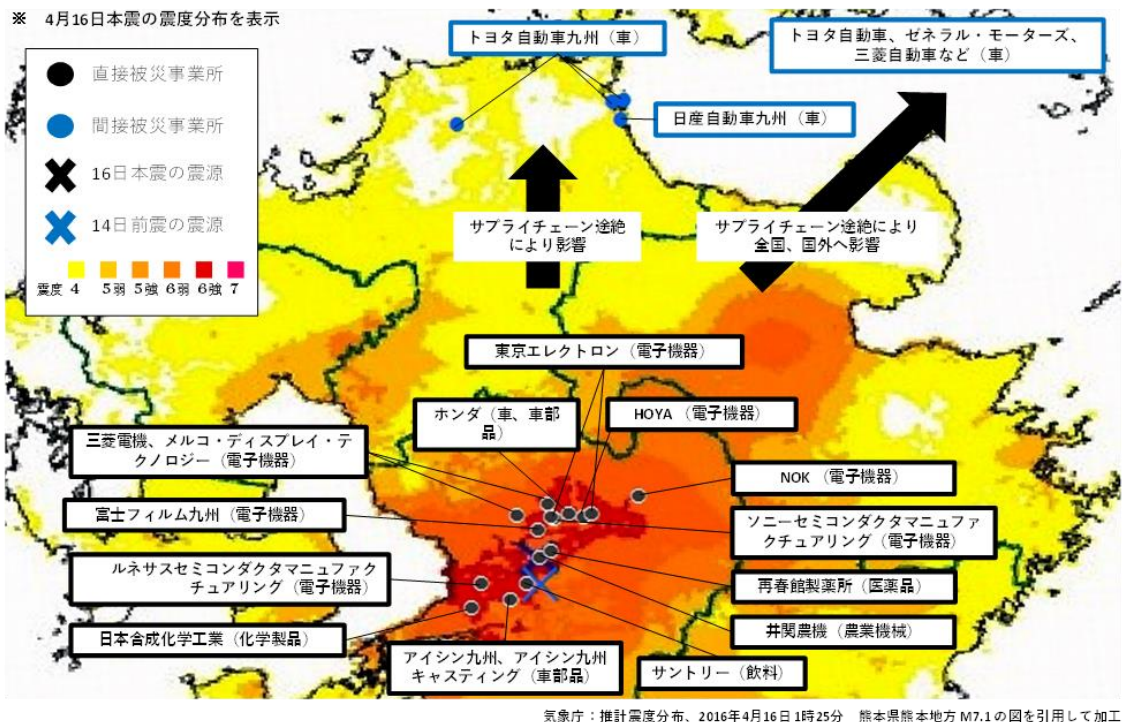


図1 熊本地震による企業等への影響

9.2 先行文献での熊本地震における企業被害

9.2.1 政府発表の資料

熊本地震に関する政府発表の資料で、速報性があり網羅的なものとしては、内閣府「平成28年(2016年)熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について」がある。現段階での最新版は、2016年12月14日18時現在のものである¹⁾。この資料には個別企業の被害や復旧状況は掲載されていないが、企業活動の重要な前提となるインフラやラインラインの復旧状況が掲載されている。

その停電の項目では、「4月20日(水)19時10分、がけ崩れや道路の損壊等により復旧が困難な箇所を除いて、高圧配電線への送電完了。大規模な土砂崩れにより送電が困難となっていた阿蘇市、高森町、南阿蘇村においては、全国から手配した電源車の活用により通電していたところ、4月27日(水)送電線の仮復旧工事が完了し、4月28日(木)21時36分、系統からの電力供給に切り替えを完了。」とある。したがって、企業への電力復旧は4月20日から28日の間には完了していたとみられる。

通信については、上述の内閣府資料の4月18日付²⁾では、4月17日18時現在で「NTTドコモ及びKDDIは、全ての市町村役場をカバー」とされ、既にかかなりの復旧が実現していた。後述のヒアリング調査でも、スマートフォンや携帯電話については、一般に通じない状況にならなかったとのことであり、企業にとって熊本地震における通信の途絶の影響は比較的小さかったとみられる。

水道の復旧時期は地域差が大きく、電力や通信よりも一般に時間がかかり、濁った水が出たなどの支障もあった。ただし、ライフライン被害を全般的にみれば、熊本地震では復旧は比較的早く、軽微な被害の企業を除けば、ライフラインの復旧が最後まで再開の支障になった被災企業の例はさほど多くはないようである。

9.2.2 地方経済総合研究所の調査

熊本市に所在する公益財団法人地方経済総合研究所、熊本県の有力地方銀行である肥後銀行系の経済調査機関であり、2016 年 6 月末時点で、株式会社大銀経済営研究所（在：大分市）、京都大学防災研究所、長崎大学院水産・環境科学総合研究科及び熊本大学減災型社会システム実践教育研究センターと連携して、「熊本地震に関する事業主アンケート」を行った。その概要の情報は次のとおりである。

対 象：従業員 4 名以上の県内事業所 10,044 先

調査方法：郵便による発送・回収

調査時点：2016 年 6 月末

調査期間：2016 年 6 月 24 日～7 月 15 日

回答状況：事業所 2,439 先

回答率 24.3%

この前編³⁾によれば、全回答事業所 2,439 先のうち、「直接的被害エリア」（被害の大きい 20 市町、回答数全体の 58.3%が域内）において、事業所の建物被害は 57.2%の事業所で発生し、設備については 38.7%の事業所に被害があり、建物の損壊の多さが特徴といえる、と指摘されている。

続いて、交通インフラについては、その損壊によって、直接的被害エリアの事業所のうち、22.1%が「集客」に影響を受け、22.6%が「通勤」に影響を受け、26.2%が「仕入」に影響を受け、23.8%が「納品」に影響を受けたと回答している。

同アンケートで、ライフラインについては、停電の影響ありが 37.9%、ガス途絶の影響ありが 21.0%、上水道途絶の影響ありが 65.4%との回答であった。なお、電力の復旧は 10 日未満が 94.8%であったとのデータも記載されている。

9.3 現地ヒアリング調査

9.3.1 2014 年 10 月の現地企業訪問調査

著者らは、被災企業が現地訪問を受け入れて頂けるタイミングを見計らい、被災後約半年が経過したタイミングで、被災企業に打診を行った。そして、受け入れて頂いた企業に対してヒアリング調査を行ったが、この調査には、熊本大学社会環境工学科の藤見俊夫准教授と、公益財団法人地方経済総合研究所に対して、アポイントメントの取得及び企業訪問の同行に連携・協力をお願いした。訪問の時期、相手方、訪問場所は表 1 のとおりである。同表にあるとおり、企業のほか、熊本県庁及び熊本商工会議所も訪問した。なお、(株)

セブン&アイホールディングスは、東京本社で熊本地震の対応についてヒアリングをお受けいただいたので、11月に別途訪問した。

表1 熊本地震被災企業等ヒアリング調査概要（2016年10月）

No.	年月日	企業等	場所
1	10月18日	株式会社プレシード	熊本県上益城郡嘉島町
2		生活協同組合くまもと	熊本県上益城郡益城町
3		株式会社再春館製薬所	熊本県上益城郡益城町
4	10月19日	熊本県庁企業立地課	熊本県熊本市中央区
5		富士通株式会社	熊本県熊本市中央区
6		熊本商工会議所	熊本市中央区
7	11月8日	株式会社セブン&アイ HLDGS.	東京都千代田区

個々の企業へのヒアリングは、学術論文等で公表をする前に事前に了解を取るという約束の下で行ったため、ここでの詳細な内容の記述を控えるが、ご関心のある方は著者らにご連絡願いたい。

全般的に把握できた内容としては、次の事項をあげることができる。

- ① 熊本地域では、地元の企業も行政も、大きな地震が発生するとは全く思っていなかったもので、備えをすべきという意識が薄かった。一方、多くの地元企業が、今後は地震への備えを行わなければならないとの認識を持つこととなった。
- ② 直下型地震なので、被害程度は震源の断層の近さや地盤の良し悪しなどの立地条件によってかなり異なるものであった。そして、大きな被害が出た工場等での現地復旧には、当然だが時間がかかっている。
- ③ 耐震基準を満たす建物であっても地震動に加えて地盤の歪み等で使えなくなる例がみられ、このような被害が起こる可能性を企業は認識すべきであることがわかった。また、敷地内でも法面に近い部分に立った建物の被害が大きいなどの敷地内での被害の違いもあるとのことであった。
- ④ 同じ建物でも地震動による上層階の被害が顕著に大きい例も見られた。つまり、下層階は地震前と同様に事務所が使用できたのに、上層階は天井が落ちるなどにより事務所が立ち入り禁止になった例もあった。
- ⑤ スマートフォン・携帯電話については、被災直後から使用可能であったので、通信の面では復旧において楽であった。また、電力の復旧も比較的迅速であった。そのため、ライフラインの復旧遅延が自社の復旧の深刻な要因になった例は、建物・設備に軽微な被害しかなかった場合を除けば、多くなかった。
- ⑥ とはいえ、電力の途絶での影響はあり、立体駐車場の車を取り出せなくなるなど思わぬ支障になった例もあった。

- ⑦ 地下水については、給水が復旧してもしばらく濁るなどの問題があり、水の確保には苦労があった。このため、飲料水の支援は当初の段階では重要なものであった。
- ⑧ 地元の企業から被災者や避難所に直接の支援もかなり行われた。また、行政の被災者支援活動に対して支援物資の供給・配送、IT 基盤の復旧などもかなり行われた。ただし、行政が民間企業からの支援を積極的に受けようとしたタイミングは、必ずしも十分迅速でなかった。
- ⑨ 早期復旧を果たした企業の中には、被災者である従業員に対する物資支援、勤務時間の配慮、家庭の優先の許容など、手厚い支援や配慮を行った例があった。
- ⑩ 企業の復旧に当たっては、経営者の従業員に対する考え方の徹底、復旧目標の提示などにおいて、リーダーシップの重要性が改めて認識された。
- ⑪ 製造業の復旧の投資においては、グループ補助金の役割が大きく、その対象の拡大について地元では期待が大きかった。

9.3.2 2017 年 2 月の現地企業訪問調査

公益財団法人地方経済総合研究所より、著者の一人である丸谷に対し、地元企業に対する事業継続計画（BCP）の策定に関する講演会に講師として招きたいとの依頼があり、著者らは、この機会を活用して、再度、熊本地震の被災企業の現地調査を試みることにした。今回も、熊本大学社会環境工学科の藤見俊夫准教授と、公益財団法人地方経済総合研究所に連携をお願いし、アポイントメント及びヒアリングでの同行の面で協力を得た。

熊本地震の発生から 11 カ月近く経過し、建物や設備に深刻な被害を受けた企業の現地復旧もかなり進捗したためか、アポイントメントの取得は 10 月よりも順調に進み、表 2 に示す企業にヒアリング調査を行うことができた。

表 2 熊本地震被災企業等ヒアリング調査概要（2017 年 2 月）

No.	年月日	企業等	場所
1	2 月 6 日	富士フイルム九州株式会社	熊本県菊池郡菊陽町
2		オオクマ電子株式会社	熊本県熊本市東区
3		ルネサスセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社	熊本県熊本市南区
4	2 月 7 日	ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社	熊本県菊池郡菊陽町

個々の企業へのヒアリング内容は、前年 10 月の調査と同様に、学術論文等で公表をする前に事前に了解を取るという約束の下で行ったため、ここでの詳細な記述は控えるが、一般的に把握できた内容としては、次の事項をあげることができる。

- ① 熊本地震の被災地に工場を立地させた企業の中には、今回の震源となった日奈久断層帯や布田川断層帯による地震の発生可能性を綿密に分析して備えをしていた企業がある一方、地震の発生に関してさほどの強くは考慮していなかった企業もあるようで、事前の備えに幅があることが分かった。
- ② 東日本大震災の教訓から震災対策を進めていた企業と、その教訓を活かしていなかった企業の間には、地震による施設・設備の被害には顕著な差がみられた。
- ③ 前震の段階で工場の操業を止めていたり、前震の直後に支援物資や復旧のための人材を熊本に送り出したりしていたことが、本震の被害の抑制や早期復旧に有利に働いた例が見られた。すなわち、前震があったことで被害が抑えられ、復旧が早くできたという側面もあった。
- ④ 社屋の中で、建物の高層階の方が低層階に比べて被害が大きい傾向は、大規模な工場でも見られた。
- ⑤ 工場内に毒物や危険物がある工場の場合、被害を受けた工場に立ち入って調査をすることがまず復旧には必要であるが、工場外に装備や部品が置いておくことがこの調査の実施のためには重要である。それを工場内に置いてあったため、調査に支障が出た例があった。
- ⑥ 従業員の生活に対する配慮の内容は、企業によってさまざまであった。物資配布など企業が前面に立った企業と、生活復旧は社員の問題として企業としてあまり関わらなかった企業があるなど、それぞれで差があることが分かった。
- ⑦ 半導体業界においては、東日本大震災の教訓から、入手しにくい重要部品について、業界内で相互支援を行うスキームができており、熊本地震ではそれが機能した。また、同業界では熊本地震で被害を受けた工場が多かったことから、この教訓を業界内でまとめて活かす活動が開始されていた。

9.4 熊本地震の企業被害及び事業継続に関する分析・評価

これまで述べた広報資料、マスコミ報道の時系列調査と 2 回の現地ヒアリング調査の結果を踏まえて、熊本地震における企業被害及び事業継続・復旧に関して分析・評価を試みたが、そのポイント示すと次のようになる。

9.4.1 自動車産業への影響

熊本地震発生後、影響が懸念された産業の一つが自動車産業であった。特に、自動車部品メーカーであるアイシン九州株式会社（別表 No.2）⁴⁾の被災が、サプライチェーンの視点から広い生産支障の原因となるのではないかと注目を集めた。

まず、同社の被災及び復旧について、同社の HP からの発表内容や報道から要約すると、「ドアチェック」という自動車部品の生産が被災した工場に集中していたことで、自動車生産への影響が懸念されたが、海外での代替生産を開始し、さらに、大型設備や生産型を

被災した工場から取り出して、九州地区の協力会社や愛知県内のアイシン精機の工場で代替生産を開始したことで、大きな問題に至ることは回避できた。また、同社は、被災した工場を半年後に復旧し、懸念された雇用も復旧にも対応した。

このような代替戦略を用いず、現地復旧だけで対応した場合にはかなりの時間を要したと推察される。そこで、供給責任を果たす意味で評価される対応例であると著者らは考えている。

この製品の供給停止により影響を受けた企業の代表はトヨタ自動車株式会社であった（別表 No.1）⁵⁾が、影響は5月初めにはかなり軽減することができたとみられる。

自動車産業の被害の他の例では、本田技研公共株式会社の熊本製作所の被害が大きかった（別表 No.3）⁶⁾。5月上旬に一部再開したものの、復旧は8月中旬とされた。

9.4.2 他の製造業への影響

熊本地震では、他の製造業においても代替拠点での生産を行った企業もある。

例としては、HOYA株式会社は、6月20日、HPで、大津町の熊本工場について、「今後、液晶パネル用フォトマスクの技術開発における主要拠点として位置付け、平成29年3月をめどに再建していくことを決定いたしました。また、熊本工場における液晶パネル用フォトマスクの生産業務については台湾、韓国の拠点へ業務移管を行ってまいります。」⁷⁾と発表しており、海外の代替拠点の業務移管と、被災工場の閉鎖と技術開発拠点としての再稼働を選択した（別表 No.15）。

株式会社堀場製作所は、4月22日、HPで、西原村のグループ会社株式会社堀場エステック阿蘇工場について、「マスフローコントローラーや他の製品につきましては、阿蘇工場での生産復旧を進めると同時に、京都本社への生産振り替えなどにより対応していきます。」⁸⁾と発表している。その後、7月30日には、復旧させた阿蘇工場を床面積1.5倍に拡張することを発表した（別表 No.20）。

次に、三菱電機株式会社の合志市にあるパワーデバイス製作所と泗水市にあるメルコ・ディスプレイ・テクノロジー(株)の液晶工場について、5月2日のHPでの発表によれば、一部工程について代替生産を実施すると発表している。なお、続報によると、パワーデバイス製作所は5月31日復旧した（別表 No.10）。

サントリーホールディング株式会社では、4月22日のHPでの発表で、「九州熊本工場以外の3ビール工場では、増産体制を取っており、既に全国の需要に対する供給量を確保しています。」⁹⁾としている。なお、続報で、配送センターは6月上旬に復旧し、2017年1月にビール類缶ラインの復旧を目指すとしている（別表 No.17）。

一方、東日本大震災で自動車向けマイクロコンピュータ生産工場の被災が自動車産業に大きな影響を与えたルネサエレクトロニクス株式会社は、熊本地震でも、ルネサスセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社が被災した。しかし、5月22日には現地復旧し、事前の備えが有効であったとみられる（別表 No.4）。

9.5 まとめと提言

本章では、熊本地震の企業被害と事業継続・復旧状況についての調査・研究を紹介した。企業の地震被害の深刻さによって対応が当然異なっていたが、主要事業は代替拠点からの供給を迅速に行った例も多く、これは東日本大震災などの過去の災害の対応が教訓となったとみられる。また、現地復旧を迅速に果たした企業も、近年の地震災害を教訓として耐震性の向上を行っていたものがあつた。

一方で、地元企業を中心に、大規模地震の発生を全く想定していなかった企業も多かったが、この地震を教訓に耐震対策に取り組むとの意向を既に示している企業もあつた。

著者らは、より多くの企業の災害対応事例を把握するため、現地調査の継続を考えているところである。日本はどの地域でも震度 6 弱以上の地震の発生が懸念されており、熊本地震の企業被災の教訓を活かす努力に貢献したいと考えている。

謝辞

ヒアリング調査にご協力頂いた各企業及び調査にご協力をいただいた公益財団法人地方経済研究所の皆様、この場をお借りして改めて御礼を申し上げます。本研究は JSPS 科研費 26510002、及び 15H06013 の助成を受けたものです。

<参考文献>

- 1) 非常災害対策本部（内閣府）（2016）「平成 28 年（2016 年）熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について」（2016 年 12 月 14 日 18 時現在）
http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin_37.pdf（2017 年 2 月 28 日閲覧）
- 2) 非常災害対策本部（内閣府）（2016）「平成 28 年（2016 年）熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について」（2016 年 4 月 18 日 7 時現在）
http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin_05.pdf（2017 年 2 月 28 日閲覧）
- 3) 公益財団法人地方経済総合研究所（2016）「熊本地震に関する事業主アンケート（前編）」
https://www.dik.or.jp/?action=cabinet2_action_main_download&block_id=263&room_id=1&cabinet2_id=21&file_id=306&upload_id=795（2017 年 2 月 28 日閲覧）
- 4) アイシン精機「：熊本県熊本地方を震源とする地震の被害に関するお知らせ（第 3 報）」、4 月 28 日 <http://www.aisin.co.jp/news/2016/010484.html>（2017 年 2 月 28 日閲覧）
- 5) トヨタ自動車（2016）「工場稼働に関するお知らせ（6 月 2 日時点）」、6 月 2 日、
<http://newsroom.toyota.co.jp/jp/detail/12267663/>（2017 年 2 月 28 日閲覧）
- 6) 本田技研工業：「熊本製作所における生産状況について」、6 月 14 日、
<http://www.honda.co.jp/news/2016/c160824.html>（2017 年 2 月 28 日閲覧）
- 7) HOYA（2016）「平成 28 年熊本地震による影響に関するお知らせ（続報）」、6 月 20

日, <http://v4.eir-parts.net/v4Contents/View.aspx?template=announcement&sid=31178&code=7741> (2017 年 2 月 28 日閲覧)

- 8) 堀場製作所(2016)「熊本県熊本地方で発生した地震の影響に関するお知らせ(第3報)」, 4 月 22 日, http://www.horiba.com/uploads/media/20160422_02.pdf (2017 年 2 月 28 日閲覧)
- 9) サントリーホールディングス (2016) : 「平成 28 年熊本地震に伴う九州エリアにおける酒類の出荷について」, 4 月 22 日, <http://www.suntory.co.jp/news/article/12649.html> (2017 年 2 月 28 日閲覧)

第9章別表 熊本地震による企業への影響について（企業ホームページ・報道より）

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
1	製造 (自動車関係)	トヨタ自動車	熊本周辺 (部品メーカー)	福岡県、 愛知県、 宮城県な どの工場	トヨタ自動車:「工場稼働に関するお知らせ(6月2日時点)」、6月2日		現状、完全に復旧したわけではないものの、関係者のご尽力により、部品供給の確認もできましたので、 6月6日(月)以降、全ての完成車組み立てラインの稼働を継続すること といたしました。
					トヨタ自動車:「工場稼働に関するお知らせ(5月11日時点)」、5月11日		5月16日(月)～5月21日(土)の間も引き続き、全ての完成車組み立てラインを稼働させること といたしました。
					日本経済新聞 朝刊 2016年4月28日3:30		1日当たりの国内生産台数 は約1万3000台と 地震前の水準に戻る 。供給が滞った部品を海外工場から機動的に調達するなど「 これまでの備えが一定の機能を果たした 」(トヨタ幹部)
					トヨタ自動車:「工場稼働に関するお知らせ(4月27日時点)」4月27日		5月6日(金)～5月14日(土)の間、全ての完成車組み立てラインを稼働させること といたしました。
					日本経済新聞 朝刊 2016年4月26日3:30		トヨタはアイシン精機からの部品供給を受け、25日に堤工場(愛知県豊田市)など完成車4拠点の5ラインを稼働した。
					日本経済新聞 朝刊 2016年4月20日3:30		被災地に近いトヨタ自動車九州(福岡県宮若市)などは28日まで稼働休止の期間を延長する。28日までに休止した26本のラインのうち18本を動かす。 1日当たりの国内生産は地震前の約8割にあたる1万台規模まで回復する見通し 。
					トヨタ自動車:「工場稼働に関するお知らせ(4月20日時点)」、4月20日		4月18日(月)～4月23日(土)の間、国内における完成車組み立てラインの稼働を、段階的に停止することを公表しておりましたが、 4月25日(月)以降、段階的に稼働を再開すること といたしました。
					日本経済新聞 朝刊 2016年4月18日3:30		福岡県の拠点が15日から生産を止めたのに続き、愛知県や宮城県などの工場も稼働を見合わせる。20～23日はトヨタ本体のすべての量産ラインを休止する。 全体で5万台程度の生産が減る見通し だ。
					トヨタ自動車:「工場稼働に関するお知らせ」、4月17日	トヨタ自動車は、このたびの地震の影響による部品の供給状況等から、 4月18日(月)～4月23日(土)の間、国内における完成車組み立てラインの稼働を、段階的に停止すること といたしました。	
					日本経済新聞電子版 速報企業 2016年4月15日11:16(13:25更新)	自動車の組み立てなどを担う宮田工場(宮若市)の 生産を午前6時から停止 している。 生産設備に被害はないものの、熊本周辺の部品メーカーからの供給が滞っているため という。また同社は15日午後4時から、エンジンを生産する苅田工場(福岡県苅田町)、ハイブリッド車用部品を生産する小倉工場(北九州市小倉南区)についても稼働を停止する。同社の 全3工場が停止 することになる。	

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
2	製造 (自動車関係)	アイシン精機	熊本県熊本市(2工場)		YOMIURI ONLINE 2016年9月28日		アイシン精機(愛知県)は、4月の熊本地震で被災した子会社のアイシン九州(熊本市)が、 27日までに生産をほぼ全面的に回復した ことを明らかにした。震災から約半年で復旧にこぎつけた。(中略)アイシン精機は熊本地震の影響で、2017年3月期連結決算の営業利益が150億円程度押し下げられると見込んでいる。
					日本経済新聞 朝刊 2016年8月30日		熊本地震や工場の事故で一時混乱に陥ったトヨタ自動車向けの部品供給体制が正常化する。アイシン精機は 29日、地震で稼働を止めていた熊本市の工場で「ドアチェック」の組み立てを4カ月ぶりに再開した。
					日本経済新聞電子版 速報 企業 2016年5月17日15:19		アイシン精機は17日、熊本地震の影響で稼働を止めている 熊本市内の工場で8月にも生産を再開する方針 を明らかにした。生産設備の復旧のメドが立ちつつあるため。九州の仕入れ先や愛知県の自社工場で代替生産しているドアの開閉を制御する部品などについて、 生産をもとの工場に戻す。
					日本経済新聞電子版 速報 企業 2016年5月17日15:19		アイシン精機は17日、熊本地震の影響で稼働を止めている 熊本市内の工場で8月にも生産を再開する方針 を明らかにした。生産設備の復旧のメドが立ちつつあるため。九州の仕入れ先や愛知県の自社工場で代替生産しているドアの開閉を制御する部品などについて、 生産をもとの工場に戻す。
					アイシン精機:「熊本県熊本地方を震源とする地震の被害に関するお知らせ(第3報)」 、4月28日		アイシン九州株式会社 ・工場内から生産設備、生産金型等を搬出し、愛知県内のアイシン精機とグループ会社の工場や九州地区の協力会社において、4月23日から段階的に代替生産を開始し、 5月2日を目前にほぼ全ての品目の代替生産を開始する予定。 アイシン九州キャスティング株式会社 ・4月27日から段階的に生産を再開し、 4月29日には、全工程で量産品の生産を再開する予定。
					アイシン精機:「熊本県熊本地方を震源とする地震の被害に関するお知らせ(第2報)」 、4月22日	<アイシン九州株式会社> ・建屋の内の生産用付帯設備(配線、配管など)に被害がでています ・AIK敷地内の変電設備に被害があり、AIKの建屋内に電気の供給が停止中 ・4月19日からクレーンを用い大型設備や生産型の搬出をしています <アイシン九州キャスティング株式会社> ・建屋、設備などに大きな被害はでていません ・破損していた変電設備が 4月20日に復旧し、電源が回復 しました。	震災発生後、当社から339名の応援者が、現地での復旧作業にあたっております。 <アイシン九州株式会社> ・現地での生産復旧には時間がかかると判断し、代替生産を中心に進めています。 <アイシン九州キャスティング株式会社> ・電源が回復したため、生産再開に向け準備を進めております。 主に九州地区の協力会社や愛知県内のアイシン精機の工場での代替生産を開始 しました。また、 製品によってはすでに海外からの輸入により、対応を開始 しました。

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
2	製造 (自動車関係)	アイシン精機	熊本県熊本市(2工場)		日本経済新聞 朝刊 2016年4月21日3:30		アイシン精機は20日、熊本地震の影響により生産が中断していた子会社アイシン九州(熊本市)の ドア部品を自社の中国やメキシコの拠点から調達する方針 を明らかにした。同子会社の 設備や金型は九州の他社の工場に運び込み、生産再開を目指す 。海外拠点の活用や他社との協力により、トヨタ自動車など取引先への供給能力を早期に回復したい考え。
					アイシン精機:「熊本県熊本地方を震源とする地震の被害に関するお知らせ(第1報)」 、4月17日	<p>1. 熊本地方の関連子会社について <アイシン九州株式会社(以下、AIK):熊本県熊本市南区> 事業内容: ボディ部品、エンジン部品、半導体、液晶生産装置などの製造 <アイシン九州キャスティング株式会社(以下、AIKC):熊本県熊本市南区> 事業内容: アルミダイカスト製品の鑄造・加工</p> <p>2. 被害状況について ・従業員の安否について: AIK、AIKCの従業員について、4月17日11時時点で、無事を確認しています。 ・事業活動の継続について: 4月14日21時26分頃の地震発生以降、AIK、AIKCでは操業を停止しております。地震発生後、安全を第一とし、AIKとAIKCの全従業員は建屋から避難を行いました。その後、度重なる余震の影響により、建屋内に立ち入っての被害状況の調査が難航しております。</p>	<p>3. 当社の対応について 震災発生後、被災地での人道支援を目的とした水・食料などの物資の搬送に加え、当社から71名(4/17時点)の応援者が現地での復旧活動にあっています。 また、AIK、AIKCの操業停止に伴う対応として、現地での早期復旧とともに、国内外での代替生産を開始し、お客様への部品供給に全力で取り組んでおります。</p>
3	製造 (自動車関係)	ホンダ	熊本県大津町(熊本製作所)と熊本県宇城市(九州ショーワ)	熊本県大津町(熊本製作所)	本田技研工業:「熊本製作所における生産状況について」 、8月24日		<p>Hondaは平成28年熊本地震の影響により、熊本製作所(熊本県菊池郡大津町)の生産について、8月中旬の復旧を目標に全社一丸となって取り組んでまいりましたが、このたび、復旧の準備が整いましたのでお知らせいたします。</p> <p>震災発生後、熊本製作所の生産については、4月14日夜から一旦休止し、5月6日より海外生産拠点への部品供給を再開。汎用完成機組み立ては5月13日より、被害の大きかった二輪完成車組み立てについては、6月6日より主要機種の組み立てを少量生産で再開し、段階的に生産量を増やしてまいりました。このたび、大型モデルを生産するFUNラインについて生産準備が整ったことにより、8月22日より、ほぼ通常稼働での生産となりました。</p> <p>また軽自動車の委託生産先である八千代工業株式会社四日市製作所(本社:埼玉県狭山市)においては、弊社熊本製作所にて生産しておりました軽四輪エンジン部品の供給停止のため、4月22日より一部生産を縮小して稼働、通常稼働には半年程要する予定としておりました。現在は、熊本製作所にてこれまで生産していた軽四輪エンジン部品の一部を鈴鹿製作所(三重県鈴鹿市)へ移管し、早期安定供給にむけて生産体制を整えている状況です。</p>
					日本経済新聞 朝刊 2016年6月15日		(前略)熊本製作所では8月10日まで、製作所の2割弱にあたる450人の従業員を三重県や埼玉県の工場に配置するなど、地震の影響がなお続く。

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
3	製造 (自動車関係)	ホンダ	熊本県大津町(熊本製作所)と熊本県宇城市(九州ショーワ)	熊本県大津町(熊本製作所)	本田技研工業:「熊本製作所における生産状況について」、6月14日		Hondaは平成28年熊本地震の影響により、熊本製作所(熊本県菊池郡大津町)の生産活動について、 4月14日夜から一旦休止し、5月6日より海外生産拠点向けの部品供給を再開 してまいりました。 このたび、深刻な被害を受けた完成車工場などのガレキの撤去や設備の被害状況の確認を完了し、 6月6日より二輪車の主要機種の組み立てを一部再開 いたしました。まずは少量生産から開始し、 8月中旬の完全復旧に向けて 、設備の状況にあわせて段階的に生産量を増やしてまいります。
					日本経済新聞 朝刊 2016年5月25日		ホンダは熊本地震で被災した 熊本製作所(熊本県大津町)の従業員のうち、2割弱にあたる450人を国内の他の拠点に配置 する。三重県や埼玉県で2〜3カ月勤務することで、人員の確保や技術の維持につなげる。二輪の生産拠点の熊本製作所は2600人が働いている。このうち200人を鈴鹿製作所(三重県鈴鹿市)、200人を埼玉製作所の2工場、50人を九州の販売会社に順次、配置し始めた。これまでは復旧作業などをしていた。希望を聞いた上で、国内の拠点で働く場を確保する。熊本県内にある二輪の研究所の社員285人も8月中旬まで、勤務先を変える。本田技術研究所二輪R&Dセンター(埼玉県朝霞市)に設計・開発を担当する技術者らを移す。
					日本経済新聞 朝刊 2016年4月29日3:30		ホンダ 熊本製作所 の建屋や製造設備には損傷が残っている。 今回、再開を果たすが、規模はまだ小さい 。ギア部品の製造から始め、その後、二輪車などのラインを再稼働させていく。熊本製作所から部品を仕入れている 八千代工業四日市製作所 (三重県四日市市)は 1日の四輪車生産を170台から48台に減らしている 。通常に戻るには半年かかる見通し。
					本田技研工業:「平成28年(2016年)熊本地震の影響による生産状況について」、4月28日		熊本製作所の生産を4月28日まで休止してるが、 5月6日より一部稼働を再開 することを決定。熊本製作所の建屋および設備の一部は被害が大きく、 復旧は8月中旬を見込む 。なお、熊本製作所以外の生産拠点の状況については、軽自動車の委託生産先である 八千代工業株式会社 において4月22日より一部生産を縮小して稼働しており、 通常稼働には半年程度を要する見込み 。
					日本経済新聞 朝刊 2016年4月22日3:30		熊本製作所では1日あたり二輪車を750台、発電機などの汎用製品を200台生産している。 現在は在庫分を出荷している 。再開のめどは立っていない。軽自動車をホンダから受託生産する自動車部品メーカーの 八千代工業 は同製作所の操業停止を受け、四日市製作所(三重県四日市市)の一部生産を22日から縮小する。 軽自動車向けエンジンを1日当たり170台生産しているが、22日から120台に減産 する。
					本田技研工業:「平成28年(2016年)熊本地震の影響による生産状況について」、4月21日		熊本製作所の生産を4月22日まで休止する事としていたが、設備の被害状況などを鑑みて、4月28日まで生産休止を延長することを決定。熊本製作所以外の生産拠点の状況については、軽自動車の委託生産先である八千代工業株式会社において 4月22日より一部生産を縮小して稼働 し、その他の生産工場については通常稼働の予定。
					本田技研工業:「平成28年(2016年)熊本地震の影響による工場稼働について」、4月18日	熊本製作所(熊本県菊池郡大津町)の生産を4月22日まで休止する。	

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
4	製造 (自動車関係)	ルネサスエレクトロニクス	熊本県熊本市(工場)		ルネサスエレクトロニクス：「業績予想および特別損失の発生に関するお知らせ」、6月7日	平成28年12月期第1四半期の連結業績予想における 熊本地震による影響額 については、生産ラインの稼働停止による機会損失として、 売上高では140億円の減収、営業利益では80億円の減益を見込んで います。さらに、 不稼働・低稼働による損失、建物・設備等の固定資産修繕費、たな卸資産の廃棄損などにより、80億円の特別損失 を見込んでいます。 当連結業績予想にあたっては、1米ドル110円、1ユーロ124円を前提としております。	
					ルネサスエレクトロニクス：「『熊本地震』による当社事業活動への影響について(第8報 最終報)」、5月23日		5月22日を目標に川尻工場を震災前の生産能力(生産着エベース)へ復旧させるとしていましたが、予定通り昨日 22日に復旧を完了 いたしました。
					ルネサスエレクトロニクス：「『熊本地震』による当社事業活動への影響について(第7報)」、5月10日		■ルネサス セミコンダクタマニュファクチャリング株式会社 現在、他工程の生産を段階的に再開していますが、 5月22日に震災前の生産能力(生産着エベース)に復帰させる目標 としました。
					ルネサスエレクトロニクス：「『熊本地震』による当社事業活動への影響について(第6報)」、4月20日		■ルネサス セミコンダクタマニュファクチャリング株式会社 生産再開の目途がつき、 4月22日より一部工程において生産を再開すること としました。 ■サプライチェーン全体での影響 代替生産の検討も開始 し、サプライチェーン全体の早期復旧を目指します。
					ルネサスエレクトロニクス：「『熊本地震』による当社事業活動への影響について(第5報)」、4月19日		※内容略
					ルネサスエレクトロニクス：「『熊本地震』による当社事業活動への影響について(第4報)」、4月18日		■ルネサス セミコンダクタマニュファクチャリング株式会社 ・4月16日の本震を受けて再調査を開始していますが、 昨日からクリーンルーム内の安全確認ができ、調査を開始 することができました。
					ルネサスエレクトロニクス：「『熊本地震』による当社事業活動への影響について(第3報)」、4月17日	■ルネサスセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社 ・従業員は16日の本震後、現在全員の安全を再確認しました。 ・設備の部品に一部破損があり、 16日の本震による被害の拡大が確認 されました。 ■サプライチェーン全体での影響 ・ 16日の本震により、一部の製造委託先において被害の拡大が確認 されました。	
					ルネサスエレクトロニクス：「『熊本地震』による当社事業活動への影響について(第2報)」、4月16日	※内容略	
					ルネサスエレクトロニクス：「『熊本地震』による当社事業活動への影響について」、4月15日	■ルネサスセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社 川尻工場(熊本県熊本市) 地震発生に伴い速やかに稼働を停止し、現在被災状況を確認中です。また、従業員は全員避難を完了しており、人的被害はありません。	

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
5	製造 (自動車関係)	NOK	熊本県阿蘇市(工場)		NOK:「平成28年熊本地震に関するお知らせ(第3報)」、4月28日	事業場周辺の道路が一部まだ復旧しておらず、従業員の通勤、物資の輸送に支障が出ております。	16日以降供給が滞っておりました 電力等のインフラが復旧し始めたため 、本日までに ほぼ生産可能な状態 となりました。
					NOK:「平成28年熊本地震に関するお知らせ(第2報)」、4月18日	1. 被災地域に所在する拠点 拠点: 熊本事業場、所在地: 熊本県阿蘇市、 主要生産品目: Oリング 2. 人的被害について 18日の段階で当社従業員全員の安全確認が取れております。 3. 被災状況について 建屋や生産設備に大きな損傷はありません。しかし 電力等のインフラが阿蘇地区を中心に供給が滞っており、当社事業場の稼働が停止 しております。また事業場周辺をはじめ熊本県内で、 道路が寸断されており従業員の通勤、物資の輸送に障害 が出ております。今後の復旧につきましては建屋、設備の点検等、できる部分より復旧作業を進めており、通常稼働状態に向けて全社一丸となって取り組んでまいります。	
					NOK:「平成28年熊本地震に関するお知らせ」、4月18日	シール製品を生産しております当社熊本地区の 工場等のインフラ、および周辺道路の寸断により稼働を停止 しております。なお当社従業員にしましては、本日の時点で全員の安否確認が取れております。現在当社危機管理室を中心に、工場の設備の点検等を行い、被害状況を確認しております。	
6	製造 (自動車関係)	ゼネラル・モーターズ(米)	熊本県内の部品工場	米テネシー州・カナダなど(4工場)	日本経済新聞 朝刊 2016年4月23日 3:30	米ゼネラル・モーターズ(GM)は22日、熊本地震の影響で 部品の供給が滞った として、米テネシー州やカナダなど北米4工場について 25日から2週間、操業を停止 すると発表した。	GMの広報担当者は日本経済新聞社の取材に対し「どの会社のどの部品かはコメントできない」と話した。工場はこのほかオハイオ州とカンザス州にあり、「ビュイック」や「シボレー」ブランドなどの車をつくっている。同社は影響を受ける台数も明らかにしていないが、「北米での年間生産計画には影響を与えない」(広報)という。
7	製造 (自動車関係)	三菱自動車	熊本県内の部品工場	岡山県倉敷市	NHK NEWS WEB 4月19日 22時40分	部品メーカーからの調達が滞るとして、岡山県倉敷市の工場 で18日の夜間から20日まで軽自動車の生産を停止 する。	
					日本経済新聞 朝刊 2016年4月16日 3:30	同社は水島製作所(岡山県倉敷市)で、 18～19日の稼働を一部取りやめる 。熊本県内の取引先工場が被災し、部品の調達が止まる見通しのためだ。	
8	製造 (自動車関係)	日産自動車	熊本県熊本市	福岡県苅田町	日刊工業新聞電子版 2016年4月20日		日産は日産自動車九州(福岡県苅田町)で18日から操業を再開した。現状はアイシン九州製部品の在庫を使うか、 熊本地震による関連の影響が少ない車種だけを生産することで対応 しているとみられる。
					日産自動車:「平成28年熊本地震の被害に対する支援について」、4月19日		日産自動車九州は、生産設備および部品供給の確認のため16日(土)の休日出勤を取りやめましたが、 18日(月)より生産を再開 しました。
					ニュースイッチ 2016年4月18日	16日も稼働を予定していたが、部品関連の影響で休止 。	同社の子会社日産自動車九州(福岡県苅田町)は 15日に平常通り稼働 した。

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
9	製造 (電機・機械関係)	ソニー	熊本県菊陽町(工場)	長崎県、大分県の半導体工場	日本経済新聞 朝刊 2016年10月17日		ソニーはデジタルカメラやスマートフォン(スマホ)向けの画像センサーの出荷量を、今期計画より3千枚(300ミリウエハー換算)増の7万3千枚に引き上げた。主力の熊本工場(熊本県菊陽町)が4月の熊本地震で被災して一時生産停止したため、再稼働に伴いカメラ向けの供給量を急ピッチで取り戻す。自社グループ工場は既にフル稼働状態で、このほど出荷ペースでも回復した。現在のソニーの画像センサーの月間生産能力は、外部委託先を含めて8万5000枚。地震前、今期の生産計画は月産7万枚を予定していた。しかし地震による熊本工場の稼働停止を経て、現在の生産体制は外部委託先も含めて7万3000枚に引き上げ、このほど出荷ペースも同水準になった。自社工場はフル稼働状態が続いている。熊本工場は画像センサーの主力拠点で、主にデジカメや監視カメラ向けを生産している。4月16日の本震の震源地から約20キロメートルと近く、建屋が損傷するなどして稼働を停止していた。7月末には全面的に復旧した。地震前は熊本工場でも スマホ向け製品 も一部生産していたが、 復旧の際に長崎工場(長崎県諫早市)と山形工場(山形県鶴岡市)に移管 した。デジカメ向けの高性能な画像センサーは熊本工場の設備が必要なため、現在熊本工場ではデジカメや監視カメラ向けに絞り、3000枚を増産している。ソニーは15年に約1500億円を投じ、今年9月には月間生産能力を15年比3割増の8万7000枚に増やす計画だったが、スマホの成長減速や地震に伴う一部移管など生産品目の振り分けで、8万5000枚に減った。
					ソニー:「熊本県熊本地方の地震の影響について」、9月1日		2016年8月31日19時46分、9月1日6時33分頃に発生した熊本県熊本地方の地震(以下、本件地震)の影響につき、以下お知らせいたします。ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社熊本テクノロジーセンター(熊本県菊池郡)は、(中略)本件地震発生により、生産装置の点検のため生産活動を一時停止しました。建屋や生産装置の被害はありません。現在、順次生産装置の立ち上げ作業を実施しており、 生産活動の復旧は、2016年9月3日午前中を見込んでいます 。 また、同社長崎テクノロジーセンター(長崎県諫早市)、大分テクノロジーセンター(大分県大分市)、鹿児島テクノロジーセンター(鹿児島県霧島市)につきましては、影響はなく稼働しています。
					毎日新聞 西部朝刊 2016年5月25日		ソニーは24日、熊本地震により、2017年3月期連結決算の営業利益に約1150億円の悪影響が出るとの見通しを発表した。熊本県菊陽町にある半導体工場の復旧費用や、部品調達の遅れによるカメラ事業の売り上げ減少などが響く。5月に入って段階的に稼働を再開したが、 フル生産に戻るのは10月までかかる見込み だ。電子部品事業全体では、売り上げの減少や復旧費用などで 約600億円のマイナスを見込む 。カメラ事業では、熊本の半導体工場の稼働停止による部品調達の遅れで、デジタルカメラやプロジェクターの生産に影響が出たため、 約450億円の悪影響が生じる 。その他の事業への影響は軽微とした。 菊陽町の工場 で手掛けていたスマートフォン向け部品の開発や生産からは撤退することを明らかにした。

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
9	製造 (電機・機械関係)	ソニー	熊本県菊陽町(工場)	長崎県、大分県の半導体工場	ソニー:「平成28年(2016年)熊本地震について(第4報)」、5月13日		・ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社熊本テクノロジーセンター(熊本県菊池郡)は、高層階に位置する、 <u>後工程の一部である測定工程</u> については、 <u>5月9日より段階的に稼働を再開しており、組立工程など他の工程については、5月17日より順次稼働を開始する見込み</u> です。 ・同テクノロジーセンターの低層階に位置する <u>ウェーハ工程は、2016年5月21日より順次稼働を開始する見込み</u> です。
					ソニー:「平成28年(2016年)熊本地震について(第3報)」、4月28日		・建屋については、 <u>高層階を中心に損傷が確認</u> されたため、補強工事を実施します。 ・同テクノロジーセンターの <u>低層階に位置するウェーハ工程</u> を設置したクリーンルーム及び生産装置については大きな損傷がないことが確認されたため、生産再開のための準備を開始しました。2016年 <u>5月末を目途に稼働開始する見込み</u> です。 ・同テクノロジーセンターの高層階において行われていた組立や測定などの後工程及びカメラモジュールなどの工程に関しては、クリーンルーム及び生産装置等の損傷が認められており、検証を進めています。 ・同テクノロジーセンターにおけるイメージセンサーなどの <u>完成品在庫については損傷は限定的であり、既に出荷を開始</u> しています。半製品、仕掛品の状況については、現在確認中です。
					ソニー:「平成28年(2016年)熊本地震について」、4月18日	ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社 熊本テクノロジーセンター (熊本県菊池郡)は、主にデジタルカメラや監視カメラ向けのイメージセンサー及びディスプレイデバイスなどを生産しておりますが、 <u>地震発生直後より現在まで、生産活動は停止</u> しています。現在、建屋や生産装置の被害状況は確認中で、余震が続いていることもあり生産再開は未定です。	スマートフォン向けイメージセンサーの主力工場である同社 長崎テクノロジーセンター (長崎県諫早市)及び4月1日より自社工場として稼働開始した 大分テクノロジーセンター (大分県大分市)につきましては、地震発生後、一部の生産装置が一時停止しておりましたが、 <u>4月17日より順次復旧し、生産を再開</u> しています。
					日本経済新聞 朝刊 2016年4月17日3:30	菊陽町の半導体工場 は、カメラやスマートフォン(スマホ)に使われる画像センサーの主力工場で、 <u>14日の地震発生以降、操業を休止したままだ</u> 。 長崎県と大分県の半導体工場の一部ラインも16日から停止 した。	
10	製造 (電機・機械関係)	三菱電機	熊本県合志市、菊池市(2工場)		三菱電機:「『平成28年熊本地震』の影響に関するお知らせ」6月27日		今回の震災により操業を停止した当社事業所につきまして、今般、震災前の生産能力への復旧を完了しましたのでお知らせいたします。(略)
					三菱電機:「『熊本地震』における当社半導体・デバイス関係 工場の状況について」、6月1日		1. 被災した事業所の状況について (1) パワーデバイス製作所[熊本](熊本県合志市)5月31日に震災前の生産能力への復旧を完了しました。 (2) 液晶事業統括部[メルコ・ディスプレイ・テクノロジー(株)を含む](熊本県菊池市)6月27日に震災前の生産能力への復旧を完了しました。 (以下略) ○パワーデバイス製作所[熊本]:ウエハ工程(合志地区) 生産能力の早期回復に取り組んでまいりましたが、目標としておりました昨日 5月31日に震災前の生産能力に復旧 いたしました。

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
10	製造 (電機・機械関係)	三菱電機	熊本県合志市、菊池市(2工場)		三菱電機:『熊本地震』における当社半導体・デバイス関係 工場の状況について、5月11日		○パワーデバイス製作所〔熊本〕:ウエハ工程(合志地区) 5月9日より一部生産を再開いたしました。 現状、大きな障害となる事象は発生していないことから、 5月31日を目標に、震災前の生産能力へ回復させるべく取り組んでまいります。
					三菱電機:『熊本地震』における当社半導体・デバイス関係 工場の状況について、5月2日		○パワーデバイス製作所〔熊本〕:ウエハ工程(合志地区) 引き続き、 5月9日に一部生産再開を目指して 活動を展開しております。 ・クリーンルーム: 4月27日に復旧し 、現在稼働中です。 ・生産設備:立ち上げ調整作業を継続しており、現時点で5月9日生産再開を阻害する要因は生じておりません。 ・その他: 一部工程については代替生産も実施 いたします。 ○液晶工場:メルコ・ディスプレイ・テクノロジー(株)(泗水地区) 引き続き、 5月20日に一部生産再開を目指して 活動を展開しております。 ・クリーンルーム: 4月27日に復旧し 、現在稼働中です。 ・生産設備:立ち上げ調整作業を継続しており、現時点で5月20日生産再開を阻害する要因は生じておりません。 ・その他: 一部工程については代替生産も実施 いたします。
					日本経済新聞 朝刊 2016年4月28日3:30		三菱電機も27日、生産停止していた 液晶部品工場(熊本県菊池市)を5月20日に一部再開 すると発表。
					日本経済新聞 朝刊 2016年4月22日3:30		三菱電機は21日、 パワー半導体工場(同県合志市)で5月9日から一部生産を再開 すると明らかにした。
					三菱電機:『平成28年熊本地震』の影響に関するお知らせ」、4月16日	○パワーデバイス製作所〔熊本〕(熊本県合志市): 4月14日夜から操業を停止 しています。建屋の倒壊はありません。 ○液晶事業統括部〔メルコ・ディスプレイ・テクノロジー(株)を含む〕(熊本県菊池市): 14日夜から操業を停止 しています。建屋の倒壊はありません。	
					TBS系(JNN) 4月15日(金)3時44分配信	熊本県合志市 にある半導体関連の工場と、 菊池市 にある液晶関連の合わせて 2つの工場の稼働を停止 しました。地震発生当時に工場働いていた従業員は全員避難したということで、現在のところ、「建物や従業員への被害は確認されていない」ということです。	三菱電機は、工場の再開について、「製造装置の安全確認などを行ってから判断する」としています。

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
11	製造 (電機・機械関係)	富士フィルム	熊本県菊陽町(子会社の工場)		富士フィルム:「熊本県熊本地方を震源とする地震による当社への影響について(最終)」、5月25日		5月22日に全ての生産設備での生産を再開し、現在も安定に稼働しております。製品出荷についても4月19日より在庫品の品質再確認とともに出荷を再開、復旧後に生産した製品の出荷も順調に拡大し地震発生前の水準に回復いたしました。 在庫品への被害が少なかったことおよび迅速に復旧が進んだことにより、今年度の事業全体への影響は軽微にとどまる見通し です。
					富士フィルム:「熊本県熊本地方を震源とする地震による当社への影響について(第四報)」、5月2日		4月14日より停止していた生産設備は、 4月23日より試運転を開始 致しました。試運転は順調に進んでおり、 一部設備では生産を再開 いたしました。引き続き準備の整ったものから、順次生産を再開してまいります。復旧作業が順調に推移すれば、 5月中には地震発生前の生産水準に回復できる見込み です。
					日本経済新聞 朝刊 2016年4月21日3:30		在庫品への影響は限定的で当面の供給には問題がないとしている。 ただ完全な復旧に時間がかかる場合も想定し、静岡、神奈川両県の工場と同じ製品の生産を増やす準備も進める。
					富士フィルム:「熊本県熊本地方を震源とする地震による当社への影響について(第三報)」、4月20日		電気などのインフラも徐々に回復し、再稼働に向けた準備を進めています。 今週末には生産設備の試運転が開始できる見込み となり、順次確認を進めてまいります製品出荷については在庫品の確認を進め、 一部確認の済んだものは昨日より出荷を再開 いたしました。
					富士フィルム:「熊本県熊本地方を震源とする地震による当社への影響について(第二報)」、4月18日	<ul style="list-style-type: none"> ・富士フィルム九州株式会社(熊本県菊陽町)においては、地震発生後直ちに災害対策本部を設置し、情報の収集と対応、復旧対策をすすめております。 ・14日の地震発生後から生産を停止し、再稼働に向けた設備等の詳細な確認作業を進めております。 ・製品出荷については、在庫や他工場での代替生産などで影響を最小限に抑えるべく検討を進めております ・交通網の混乱や継続する余震などにより、一部製品で納期遅れなどの影響も懸念されます。 	
					富士フィルム:「『平成28年熊本地震』による当社への影響について」、4月15日	現在のところ当社および関連施設におきましては、建屋・設備・従業員などで大きな被害は確認されていません。	
					YOMIURI ONLINE 2016年4月15日3時27分	同社の子会社の工場では、14日午後10時現在、大きな破損は確認されていない。24時間稼働の生産ラインを止めて状況を確認している。この工場は、液晶テレビなどのディスプレイに使われる保護フィルムを製造しており、 世界的に大きなシェア (市場占有率)がある。	

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
12	製造 (電機・機械関係)	日本合成化学工業	熊本県宇土市(工場)		日本合成化学:「平成28年度熊本地震による当社への影響について(最終報)」、11月30日		生産再開が遅れていた一部の「ゴーセノール」「ゴーセネックス」につきましては、 11月下旬より生産を再開いたしました 。これにより、 熊本工場は通常の操業に戻りました 。復旧にあたり、多くの皆様にご支援とご協力いただきましたことに心より感謝を申し上げます。
					日本合成化学:「災害損失の計上に関するお知らせ」、10月27日	平成28年4月14日より断続的に発生した平成28年熊本地震の影響による復旧費用や操業停止期間中の固定資費等の 災害損失額1,644百万円 をその他の営業費用に計上いたしました。	
					日本合成化学:「平成28年度熊本地震による当社への影響について(第8報)」、7月28日		「OPLフィルム」 全4系列の生産を再開しました。 「ゴーセノール」「ゴーセネックス」 ①「ゴーセノールZ」は6月2日から生産を再開しました。 ②「ゴーセノールEG」は6月2日から生産しました。 ③「ゴーセネックスLー3266」は 7月13日から生産を再開 しました。 上記以外の「ゴーセノール」「ゴーセネックス」は、復旧に時間を要する為、9月からの生産再開を予定しています。なお、「ゴーセノール」の一部品種は水島工場で応援生産しています。当社は引き続き復旧に全力をつくしてまいります。状況に進展がありましたお知らせいたします。
					日本合成化学:「平成28年度熊本地震による当社への影響について(第7報)」、6月28日		「OPLフィルム」 整備が完了した系列は、 6月21日から順次生産を開始 しています。なお、一部製品は大垣工場で応援生産をしています。 「ゴーセノール」「ゴーセネックス」 ①「ゴーセネックスZ」は 6月2日から生産 しました。 ②「ゴーセノールEG」は 6月2日から生産 しました。 ③「ゴーセネックスLー3266」は7月中旬から生産を再開する予定です。 上記以外の「ゴーセノール」「ゴーセネックス」は、復旧に時間を要する為、9月以降の生産再開を予定しています。なお、「ゴーセノール」の一部品種は水島工場で応援生産しています。当社は引き続き復旧に全力をつくしてまいります。状況に進展がありましたお知らせいたします。
					日本合成化学:「平成28年度熊本地震による当社への影響について(第6報)」、5月31日		「OPLフィルム」 現在整備中の生産設備は、整備が完了次第、試運転を行ったうえで 6月中旬から順次生産を再開 します。なお、一部品種は大垣工場で応援生産をしています。 「ゴーセノール」「ゴーセネックス」 ①「ゴーセネックスZ」は 6月上旬から生産を再開 します。 ②「ゴーセノールEG」は 6月上旬から生産を再開 する予定です。 ③「ゴーセネックスLー3266」は 7月中旬から生産を再開 する予定です。 上記以外の「ゴーセノール」「ゴーセネックス」は、復旧に時間を要する為、 9月からの生産再開 を予定しています。 なお、「ゴーセノール」の一部品種は水島工場で応援生産をしています。

No.	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
12	製造 (電機・機械関係)	日本合成化学工業	熊本県宇土市(工場)		日本合成化学:「『平成28年度熊本地震』に伴う損失見込み額の発生に関するお知らせ」、5月10日	生産設備の損傷等に伴う操業休止期間中の損失、原状回復費用、棚卸資産の廃棄等による 災害損失は約 24 億円を見込んで おります。	
					日本合成化学:「平成28年度熊本地震による当社への影響について(第5報)」、4月28日		・「OPLフィルム」: 製品出荷を既に再開しています。 生産は5月下旬より、順次開始する見通し です。 ・「ゴーゼノール」「ゴーセネックス」: 製品出荷は5月から再開する見通し です。 一部の製品の生産は5月下旬より順次開始する見通し です。
					日本合成化学:「平成28年度熊本地震による当社への影響について(第4報)」、4月25日	4月25日からは関係業者による設備・装置の損傷程度の確認と復旧日数の見積もりを実施 しています。	
					日本合成化学:「平成28年度熊本地震による当社への影響について(第3報)」、4月21日	現在、当社熊本工場は操業を全面停止しております。 4月20日より本格的な被害状況の確認作業を開始 しております。	
					日本合成化学:「平成28年度熊本地震による当社への影響について(4月18日現在)」、4月18日	15日時点では熊本工場の建物および生産設備への大きな被害はありませんでしたが、 16日の地震により大きな被害が発生 しています。 ＜被害を受けた拠点と生産品目＞ 日本合成化学工業株式会社 熊本工場（熊本県宇土市） 生産品目:ポリビニルアルコール「ゴーゼノール」「ゴーセネックス」「ニチゴ-Gポリマー」 光学用フィルム「OPLフィルム」	
					日本合成化学:「平成28年度熊本地震による当社への影響について」、4月15日	4月15日10時45分現在において、同地震による当社（熊本工場）および当社グループでの人的被害、建物の被害、生産設備への大きな被害はございません。	
13	製造 (電機・機械関係)	井関農機	熊本県益城町(製造所)		井関農機:「平成28年熊本地震に伴う災害損失の発生、及び投資有価証券売却益の発生に関するお知らせ」、6月29日	1. 災害損失の発生 平成28年度熊本地震の発生に伴い、当社連結子会社の株式会社井関熊本製造所及び株式会社井関九州の本社・熊本支社・一部営業所等が被災しました。これにより、建物及び設備等の復旧費用や製品等の修復費用等により、 11億円程度の災害損失を見込んで おります。	(中略) 3. 今後の見通し 災害損失見込み額11億円程度を特別損失に計上予定ではありますが、投資有価証券売却益などによる特別利益計上が見込まれることから、業績予想については修正しておりません。なお、今後の状況変化などにより業績への影響が見込まれる場合は、必要に応じて速やかにお知らせいたします。
					井関農機:「平成28年熊本地震に関する復旧状況のお知らせ(第4報)」、5月23日		株式会社井関熊本製造所の生産再開について 5月16日より部品加工を開始し、順次工程を再開、本日より全面的に生産を再開 いたしました。生産再開後初めてとなるコンパインが完成し、出荷いたしました。
					井関農機:「平成28年熊本地震に関する復旧状況のお知らせ(第3報)」、5月11日		井関熊本製造所の生産状況については、 5月16日より段階的に生産を再開 してまいります。具体的には、5月16日より部品加工を開始し、 5月23日には全面的な生産再開を予定 しております。

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
13	製造 (電機・機械関係)	井関農機	熊本県益城町(製造所)		井関農機:「平成28年熊本地震に関する影響に関するお知らせ」、4月27日		1) 株式会社斗セキ九州 被害箇所の修復作業を進めながら業務を再開しております。 2) 井関熊本製造所 現在は、生産を休止しており、 生産再開は5月中旬から順次再開を予定 しております。
					井関農機:「平成28年熊本地震に関する影響に関するお知らせ」、4月20日		1) 株式会社斗セキ九州 被害箇所の修復作業を進めながらではありますが、 一部業務を再開 しております。 2) 株式会社井関熊本製造所について 現時点では、 生産再開には1ヶ月程度 要するものと見込んでおります。
					井関農機:「平成28年熊本地震に関する影響に関するお知らせ」、4月18日	井関熊本製造所については、余震が継続する中で安全を確保しながら被害状況の確認を進めていること等から、 4月20日(水)まで休業 いたします。	
					井関農機:「平成28年熊本地震による被害状況について」、4月15日(12時00分現在)	・井関熊本製造所: 本日は臨時で操業を停止しております。建物の倒壊はありませんが、建物・製品・設備等に被災が見られます。 ・斗セキ九州: 建物の倒壊はありませんが、建物・製品・設備等に被災が見られます。	
14	製造 (電機・機械関係)	東京エレクトロン	熊本県合志市、大津町(工場)		日本経済新聞 朝刊 2016年7月30日	4月の熊本地震で被災した工場の復旧費用として 特別損失78億円を計上した。	
					東京エレクトロン:「熊本県で発生した地震への対応について(4月26日午後7時時点)」、4月26日		大津事業所につきましても、順次、安全確認および設備への影響の確認を行います。まずは生産に寄与する 合志事業所の復旧を優先 してすすめてまいります。 合志事業所では、4月25日より工場の一部操業を再開 しております。生産に関しては、現時点で 4週間程度の遅延影響 を見込んでおりますが、ゴールデンウィークを含む休日対応の生産シフトにより可能な限り遅れを取り戻し、 6月末までには通常の生産体制に戻す予定 です。
					東京エレクトロン:「熊本県で発生した地震への対応について(4月20日午後5時時点)」、4月20日		合志事業所の生産設備等の状況を踏まえ、 4月25日より段階的に生産再開が可能と見込んで おります。
					東京エレクトロン:「熊本県で発生した地震への対応について(4月18日午後5時時点)」、4月18日	主力工場である合志事業所につきましては、 建物の外観上、大きな損傷は見られません。	
					東京エレクトロン:「熊本県で発生した地震への対応について(第一報)」4月14日～(第五報)4月16日	※ 内容略	

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
15	製造 (電機・機械関係)	HOYA	熊本県大津町(工場)		日本経済新聞 朝刊 2016年6月21日		HOYAは20日、熊本地震で大きな被害を受けた熊本工場(熊本県大津町)を閉鎖すると発表した。液晶パネルに回路パターンを焼き付けるためのフォトマスクを主に生産していたが、台湾・韓国の生産拠点に移す。熊本工場は技術開発拠点として2017年3月をめどに再稼働させる。同工場の従業員約140人の処遇については、希望退職や他の生産拠点への転属なども含め、今後決める。熊本工場は4月16日未明の地震の後、非常灯からの漏電で火災が発生。煙などにより、クリーンルームや精密機械が被害にあった。生産設備の復旧が難しく、生産再開を目指すべく検討を進めていた。液晶パネル用のフォトマスクは韓国・台湾で生産しており、海外での生産に切り替える。熊本工場では半導体用のフォトマスクも作っていたが、これは八王子の工場の増産で対応する。
					HOYA:「平成28年熊本地震による影響に関するお知らせ(続報)」、6月20日		マスク事業部熊本工場においては、4月14日以降の地震の影響、ならびに16日未明の本震後に発生した火災により、クリーンルームや精密機器などの生産設備が甚大な被害を受けました。工場の復旧に向けて検討を進めてまいりましたが、生産設備への被害が予想以上に大きいことから、事業の生産体制を一から見直し、再編することが必要と判断いたしました。その結果、 熊本工場は今後、液晶パネル用フォトマスクの技術開発における主要拠点として位置付け、平成29年3月をめどに再建していくことを決定いたしました。 また、熊本工場における 液晶パネル用フォトマスクの生産業務については台湾、韓国の拠点へ業務移管 を行ってまいります。
					日本経済新聞 朝刊 2016年4月19日3:30		液晶パネルなどに欠かせない回路基板(フォトマスク)を手掛けるHOYAの 熊本工場 (熊本県大津町)は16日未明の地震で火災が発生した。「 操業停止が1カ月以上に及ぶ可能性がある 」として、韓国や台湾の自社工場での代替生産の準備を進める。
					HOYA:「平成28年熊本地震による影響について」、4月18日	・マスク事業部 熊本工場(液晶パネル製造用大型マスクおよび半導体製造用マスク製造) 建屋への影響は少ないものの、設備、装置等が被害を受けたため、 15日より工場の操業を停止 しております。また 16日未明の本震後、工場内において火災が発生 しましたが、 同日中に完全に鎮火 しました。	営業活動等に及ぼす影響を最小限に抑えるため、 一部の液晶パネル用大型マスクについては台湾、韓国の拠点へ、また半導体用マスクについては八王子工場への振替製造 を行ってまいります。
16	製造 (電機・機械関係)	ローツェ	熊本県合志市		ローツェ: 熊本県熊本地方で発生した地震の影響に関するお知らせ(第3報)、6月15日		1. 九州工場の製造業務再開について 当社九州工場(熊本県合志市)は、建物等の応急工事を完了し、本日 6月15日よりクリーンルーム一部エリアにおいて製造業務を再開 いたしました。これにより、九州工場における製造、開発及び保守・点検・修理等のサービス業務のすべてを再開しております。 2. 地震に伴う当社業績への影響について 九州工場の建物天井及び壁面の崩落箇所の修繕等の復旧工事を今後行う予定ですが、生産能力等に影響を与えるものではありません。また、復旧工事費用などが当期の業績に与える影響につきましては現在精査中であります。今回の地震により、当社グループの業績に重大な影響が見込まれる場合は、速やかに開示いたします。

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
16	製造 (電機・機械関係)	ローツェ	熊本県合志市		ローツェ: 熊本県熊本地方で発生した地震の影響に関するお知らせ(第2報)、4月18日	1. 被災の状況について 2016年4月14日に発生しました「前震」による被災状況は2016年4月15日「熊本県熊本地方で発生した地震の影響に関するお知らせ」のとおり建物や設備の一部に破損箇所が見られたものの影響は限定的なものであります。しかしながら、2016年4月15日未明に発生しました「本震」及び頻発しております余震により工場の天井や壁面の一部が崩落するなどの被害が発生しており、安全が確認できるまで九州工場での業務を一部停止いたします。	(1) 製造、開発業務 本社・本社工場(広島県福山市)で代替生産、開発を行う 予定であります。 (2) 保守・点検・修理業務 通常通り行います。なお、お問い合わせ窓口は本社製造部サービス課(TEL:084-960-0113)となります。ご心配やご迷惑をおかけいたしますが、ご理解のほどよろしくお願い申し上げます。 2. 業績への影響について 今回の地震により当社グループの業績に重大な影響が見込まれる場合は、速やかに開示いたします。
					ローツェ: 熊本県熊本地方で発生した地震の影響に関するお知らせ、4月15日	当社九州工場(熊本県合志市)における当該地震の被害状況を確認いたしました。現時点において、当社従業員の人的被害はありません。また、建物や設備の一部破損箇所はございますが、被害は限られたものととまっております。	
17	製造 (その他)	サントリーホールディングス	熊本県嘉島町(工場)		サントリー:「サントリー九州熊本工場『ザ・プレミアム・モルツ』缶出荷再開」、2017年1月31日		サントリービール(株)は、平成28年(2016年)熊本地震により被災したサントリー九州熊本工場(工場長:橋本猛)での「 ザ・プレミアム・モルツ 」 缶の出荷を1月31日(火)から再開します。 同工場は、2016年11月8日に「ザ・プレミアム・モルツ」の仕込を再開し、12月13日に樽生の出荷を再開しましたが、このたび缶の出荷を再開する運びとなりました。今後は、「金麦」「オールフリー」ブランドなどの仕込・出荷も順次再開していく予定です。 (略)
					サントリー:「サントリー九州熊本工場『ザ・プレミアム・モルツ』樽生出荷再開」、12月13日		サントリービール(株)は、平成28年(2016年)熊本地震により被災したサントリー九州熊本工場(工場長:橋本猛)での「 ザ・プレミアム・モルツ 」 樽生の出荷を12月13日(火)から再開します。 同工場は、11月8日に「ザ・プレミアム・モルツ」の仕込を再開しましたが、このたび同樽生の出荷を再開する運びとなりました。 ビール類缶商品については、2017年1月以降「ザ・プレミアム・モルツ」の出荷を再開し、「金麦」「オールフリー」ブランドなども順次出荷を再開していく予定です。清涼飲料缶商品については2017年3月に、清涼飲料ペットボトル商品については2017年5月に製造開始を目指します。
					サントリー:「サントリー九州熊本工場『ザ・プレミアム・モルツ』仕込み再開—12月中旬に同樽生を出荷再開予定—」、11月8日		サントリービール(株)は、平成28年(2016年)熊本地震により被災したサントリー九州熊本工場(工場長:橋本猛)での「 ザ・プレミアム・モルツ 」 の仕込を11月8日(火)から再開します。 (中略)同工場で製造した「ザ・プレミアム・モルツ」は、12月中旬に樽生商品として出荷を再開する予定です。ビール類缶商品についても、2017年1月以降「ザ・プレミアム・モルツ」の出荷を再開し、「金麦」「オールフリー」ブランドなども順次出荷を再開していく予定です。

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
17	製造 (その他)	サントリー ホールディングス	熊本県嘉島町(工場)		サントリー:「サントリー九州熊本工場の復旧に向けた取り組みについて」、8月4日		サントリーグループは、平成28年(2016年)熊本地震により被災したサントリー九州熊本工場(工場長:橋本猛)の 復旧に向けて、スケジュールの概略を策定しました 。4月の震災以降、同工場では従業員および協力会社の方々が一丸となって、安全を期しながら瓦礫の撤去作業や設備の点検、復旧に向けた調査を行い、このたびは操業再開に向けた復旧計画を策定しました。既に 工場内の配送センターが、6月上旬に復旧し 、九州エリア内の通常出荷が可能となっています。現在、破損した建物や設備の修復工事を進めており、復旧に向けた取り組みを本格化させています。今後は、まず 罐生ラインの復旧に向け、11月の仕込開始を目指します 。 12月には「ザ・プレミアム・モルツ」罐生を料飲店様にお届けできる見通し です。さらに、 2017年1月にはビール類缶ラインの復旧を目指します 。なお、「サントリー 阿蘇の天然水」などの清涼飲料の製造、および工場見学などについては、来春以降の再開となる見込みです。
					サントリー:「平成28年熊本地震に伴う九州エリアにおける酒類の出荷再開について」、5月13日	サントリー九州熊本工場では、 一部設備に損壊等があり操業停止 が続いています。現在、工場施設・設備の点検調査を進めています。	九州エリアへの輸送手段が十分に確保できなくなり、同エリアにおいて、4月下旬から「金麦」シリーズ(缶)、「ザ・モルツ」(缶)などサントリービール(株)一部商品およびサントリースピリッツ(株)一部商品の出荷を見合わせていました。この度、同エリアへの輸送能力増強を図り、 5月18日(水)から出荷を再開 します。
					サントリー:「平成28年熊本地震に伴う九州エリアにおける酒類の出荷について」、4月22日	サントリー九州 熊本工場および近隣の配送センターは、一部設備に損壊があり操業停止 が続いています。	九州外から九州エリアへの輸送量の急激な増加により、配送手段が十分に確保できない事態となっているため、九州エリアにおいて 4月下旬から、一部商品の出荷を一時的に見合わせざるを得ない 状況となりました。現在九州熊本工場以外の3ビール工場では、増産体制を取っており、既に全国の需要に対する供給量を確保しています。
					サントリー:「平成28年熊本地震への義捐金の拠出と救援物資の供出について」、4月18日	ビール類、清涼飲料を製造しているサントリー九州熊本工場(熊本県上益城郡嘉島町)は、現在、 操業を停止 しています。	余震の影響もあり、操業再開までは、しばらく時間がかかる見込みです。このため、当社製品の供給においては、当面は出荷遅延等の影響が予想されますが、今後の安定供給を図るため、 既に他工場での増産体制に入っ ています。
18	製造 (その他)	再春館製薬所	熊本県益城町		再春館製薬所Facebookより(4月27日)	再春館製薬所のつむぎ商館も、熊本地震により、機材等が倒れ、一部ですが壁や天井にも亀裂が入ってしまいました。	社員が安心して働くことができるように、 営業を一部のスペースで再開 すると同時に、今もその横では、壊れたところを直しつつ、安全性を強化するための工事を続けています。
					再春館製薬所Facebookより(4月26日)		ドモホルンリンクルの生産を開始 しました。被災した工場の主要なラインが復旧し、ドモホルンリンクルの生産もスタートしております。ドモホルンリンクルをつくることできるのは、ここ再春館ヒルトップだけです。
					ニュースイッチ 2016年4月17日15時45分更新【熊本地震・企業動静】	17日もコールセンター社員の出社を引き続き停止した。通常であれば年中無休で運営している 通信販売の注文受け付けは、15日午後から停止 した。交通状況の混乱などで商品の配送にも遅れが出ている。生産設備も損傷し工場も稼働を停止しており、再開の見通しは立っていない。	

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
19	製造 (その他)	富士精工	熊本県大津町		富士精工：熊本地震による影響に関するお知らせ(第4報)、7月13日	2. 業績に与える影響について 上記のとおり、復旧作業は継続しておりますが、本日平成28年7月13日付公表の「平成29年2月期 第1四半期決算短信」において、 特別損失として「災害による損失」1億7百万円を計上しております。 なお、今後の状況の変化により、業績に著しい影響が見込まれる場合には、速やかにお知らせいたします。	1. 熊本工場の復旧状況について 平成28年5月23日付公表のとおり第一工場および第三工場は通常稼働をいたしております。 第二工場 につきましては、損傷の大きかった建屋2階部分の壁の修復作業を6月中旬から開始しており、 7月末には作業完了の予定 となっております。また、1階立ち入り制限区域を解除して機械設備の復旧作業にとりかかっております。
					富士精工：熊本地震による影響に関するお知らせ(第3報)、5月23日		1. 熊本工場の復旧状況について ①第一工場 ・ホルダーの生産工場である第一工場につきましては、機械設備の復旧が完了し、 通常生産を行っております。 ②第二工場 ・ホルダーの生産工場である第二工場につきましては、損傷の大きかった建屋2階部分の壁の修復工事を6月初めより開始する予定です。本修理の完了および1階立ち入り制限区域の解除につきましては、 7月上旬を見込んでおります。 ・1階立ち入り制限区域内の機械設備につきましては、その大半を同工場内の安全区域や第一工場へと移動、復旧作業を行い、稼働を再開させております。なお、同区域内に残された一部の機械設備につきましては、制限が解除された後、速やかに復旧作業に着手する予定です(完了期日は未定)。 ③第三工場 ・切削工具(チップ、ドリル、ダイヤモンド工具)の生産工場である第三工場につきましては、機械設備の復旧が完了し、 通常生産を行っております。 2. バックアップ生産の状況について 地震発生時に熊本工場で仕掛けておりました製品につきまして、当社グループをあげたバックアップ生産をここまで行ってまいりましたが、熊本工場の復旧状況に鑑み、 5月末をめどに完了する予定 です。

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
19	製造 (その他)	富士精工	熊本県大津町		富士精工：熊本地震による影響に関するお知らせ(続報)、5月6日		<p>熊本工場の復旧状況について</p> <p>①ホルダー関係</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ホルダー生産工場のうち、第一工場につきましては、建屋の補強工事が完了したことを受けて、4月下旬より機械設備の復旧を進めてまいりました。本日現在、生産を再開しております。 ・ホルダー生産工場のうち、第二工場につきましても補強工事を行っておりますが、建屋2階部分の壁の損傷が大きかったため、この修復作業が完了するまでの間、工場の一部区域につきましては、立ち入りを禁止しております。ただし、安全が確認された区域につきましては、4月下旬より機械設備の復旧を進めてきており、本日現在、生産を一部再開しております。 <p>②切削工具関係</p> <ul style="list-style-type: none"> ・切削工具生産工場である、第三工場につきましては、建屋補強工事が完了したことを受けて、4月下旬より機械設備の復旧を進めてまいりました。 ・切削工具のうち、チップ、ドリルにつきましては、全工程にわたる機械設備が復旧したことにもない、生産を再開しております。 ・消耗工具のうち、ダイヤモンド工具につきましては、現在、機械設備の復旧を継続中です(生産再開の時期は未定)。 <p>製品生産の状況について</p> <p>左記のとおり、設備復旧にともない、熊本工場においては段階的に生産を再開しておりますが、完全復旧のめどがつかまでの間、当社グループをあげたバックアップ生産を継続いたします。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ホルダー：本社工場、鹿児島工場、中国及び韓国の子会社にてバックアップ生産 ・切削工具：本社工場、インドネシア等の子会社にてバックアップ生産
					富士精工：熊本県熊本地方において発生した地震の影響に関するお知らせ、4月18日	<ul style="list-style-type: none"> ・工場の被害状況について <p>工場の物的被害については、建物の外壁の亀裂や内部の破損等の被害が発生しており、立ち入りを制限しております。また、製造設備においても機械が転倒するなどの被害が発生しております。詳細については現在確認作業中であります。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・工場の操業状況と製品供給について <p>当社熊本工場は現在稼働を停止しており、生産再開は現時点では未定であります。熊本工場で生産するホルダーや切削工具は本社工場、鹿児島工場及び海外グループ会社工場への生産振替などを行うことで対応してまいります。</p>
20	製造 (その他)	堀場製作所	熊本県西原村(工場)		堀場製作所：阿蘇工場の増設に関する立地協定を西原村と締結、7月30日		<p><熊本県へ進出以来 最大の建設規模></p> <p>当社グループ会社の堀場エステック(社長：小石秀之、本社：京都市)は、主力製品の半導体製造装置用のガス・液体制御機器(マスフローコントローラー)や、堀場製作所の血液検査装置などの医用分野製品を生産する阿蘇工場(熊本県西原村)の拡張を決定しました。1988年の熊本県への進出以来5回目となる今回の建設は、過去最大規模の増床(約7,000平方メートル)となります。2016年12月に着工し、2017年夏に竣工予定です。</p> <p>28年前の1988年に進出して以来、地元会社として根付き、熊本県の皆様に支えられて成長してきた熊本県西原村において、さらなる増設を決定しました。2016年7月30日、増設に関する立地協定を、熊本県 蒲島郁夫知事立会いのもと、西原村 日置和彦村長と当社社長兼社長 堀場厚が、熊本県庁において立地協定の調印を取り交わし、締結いたしました。なお、本協定締結は、熊本地震発生後、第1号の協定締結公表となります。</p> <p>(以下略)</p>

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
20	製造 (その他)	堀場製作所	熊本県西 原村(工場)		堀場製作所:堀場エステック阿蘇工場(熊本県)再開状況のご案内、4月29日		熊本県西原村に所在する子会社 株式会社堀場エステック阿蘇工場におきましては、医用関連の血液検査装置やその検査試薬などについては、4月25日(月)に生産を一部再開しております。また、半導体分野製品のマスフローコントローラーなどにつきましては、4月26日(火)より段階的に生産再開をはじめております。以下は、4月28日(木)現在の当工場の外観および建物内部の写真です。(写真略)
					堀場製作所:熊本県熊本地方で発生した地震の影響に関するお知らせ(第4報)、4月25日		<p><工場の被害状況> 工場設備については、高圧受電設備が破損していましたが、代替方法により復電いたしました。その他の設備については被害状況を引き続き確認するとともに、確認できた設備については再稼働に向けて調整中です。</p> <p><工場の操業状況> 医用関連の血液検査装置やその検査試薬などについては、4月25日(月)に生産を一部再開いたしました。マスフローコントローラーなどの製品につきましては、4月26日(火)から段階的に生産再開予定です。</p> <p><当社製品の供給> 医用関連の血液検査装置やその検査試薬などについては、国内在庫及び海外グループ会社からの調達などにより遅滞なく供給できる見通しです。またマスフローコントローラーや他の製品についても、阿蘇工場での生産復旧を進めると同時に京都本社への生産振り替えなどにより対応していきます。</p>
					堀場製作所:熊本県熊本地方で発生した地震の影響に関するお知らせ(第3報)、4月22日		<p>1. 地震による被害及び現時点での状況等 (1) 人的被害について 当社グループの従業員への人的被害はございません。 (2) 生産拠点等の状況について <工場の被害状況> 工場設備については、高圧受電設備が破損していましたが、代替方法により復電予定です。その他の設備については被害状況を引き続き確認するとともに、確認できた設備については再稼働に向けて調整中です。</p> <p><工場の操業状況> 医用関連の血液検査装置やその検査試薬などについては、4月25日(月)に生産を一部再開する予定です。マスフローコントローラーなどの生産再開については4月25日(月)の週から段階的に生産を開始し、詳細を4月25日(月)に発表予定です。</p> <p><当社製品の供給> 株式会社堀場エステック阿蘇工場では、半導体関連のマスフローコントローラーのほか、株式会社堀場製作所が販売する医用関連の血液検査装置やその検査試薬などを製造しています。このうち検査試薬につきましては、他地域にある流通在庫等を振り向けること及び既に海外のグループ会社から検査試薬が京都本社に到着していることから遅滞なく供給できる見通しです。一方、マスフローコントローラーや他の製品につきましては、阿蘇工場での生産復旧を進めると同時に、京都本社への生産振り替えなどにより対応していきます。</p>

No	業種	企業等	被災地域	影響地域	出典	被害	他社への影響・対応・今後の見通し
20	製造 (その他)	堀場製作所	熊本県西 原村(工場)		堀場製作所: 熊本県熊本地 方で発生した地震の影響に 関するお知らせ(第2報)、4 月18日	工場の被害状況は、4月16日(土)の地震により、以下の損害を追加で 確認しました。工場設備については、高圧受電設備が破損し、工場施設 および生産設備に通電できない状況にあります。その他の設備について は、被害状況を確認中です。工場の建物については、内部の壁や天井 の一部が落下したり、一部の棚から備品等が落下・破損するなどしまし たが、建物の損傷・被害は限られたものととまっています。	株式会社堀場エステック阿蘇工場と株式会社堀場テクノサービス熊本 サービスステーションは、自宅や親族が被災した従業員に配慮し、4月 15日(金)は臨時休業しました。本日4月18日(月)より、一部従業員が 工場に出社し、設備の点検や復旧作業に当たる予定です。当社製品の 生産再開は現時点では未定ですが、可能な限り早く再開できるよう努力 を続け、時期が判明し次第改めてお知らせします。
					堀場製作所: 熊本県熊本地 方で発生した地震の影響に 関するお知らせ、4月15日	1. 地震による被害の有無 (1) 人的被害について 当社グループの従業員への人的被害はございません。 (2) 生産拠点等の状況について 熊本県西原村にグループ会社・株式会社堀場エステック尾曾工場およ び株式会社堀場テクノサービス熊本サービスステーションがありますが、 いずれも4月15日(金)は臨時休業いたします。工場の建物については、 壁の一部にひびが入るなどしていますが、被害は限られたものととまっ ています。工場設備や工場周辺の詳細な被害状況については現在確認 中です。	2. 業績への影響について このたびの地震による業績への影響につきましては、現在のところ不明 であります。重大な影響が見込まれる場合には、速やかにお知らせい たします。
					京都新聞オンライン【2016年4 月15日】	同社は計測機器大手であり、益城町の東隣の西原村に設けている。総 務部門が中心となって情報収集し、従業員約400人と工場設備の無事を 確認した。従業員の家や交通機関などへの影響を考慮し、15日は工場 を臨時休業することを決めた。	

※平成28年(2016年)熊本地震等による企業等への影響について、企業ホームページからの公表資料(出典:太字)や新聞記事・ニュース記事を引用し、「被害」、「他社への影響・対応・今後の見通し」に分けて整理した。

第 10 章 平成 28 年熊本地震に係る NPO 法人のボランティア支援活動

保田真理（東北大学災害科学国際研究所津波工学研究分野）

林晃大（東北大学災害科学国際研究所地震津波リスク評価（東京海上日動）寄附研究部門）

今村文彦（災害科学国際研究所津波工学研究分野）

1990 年代以降阪神淡路大震災などが契機になり、自然災害により甚大な被害が発生した場合には、全国から様々な NPO 法人が支援活動を行う体制が整備されてきた。東日本大震災の際にも活発な活動が展開され、多くの支援による成果が得られたが、被災自治体での受け入れ体制や継続性、被災者と支援のコーディネートなどの課題が残されている。

ここでは、平成 28 年熊本地震に伴う NPO 法人のボランティア活動（特に防災士）について調査した結果を報告する。調査は、平成 28 年 6 月 11 日（土）～ 6 月 12 日（日）の期間で実施したものであり、熊本県益城郡益城町での活動を対象とした。また、それらの調査に基づいて整理したボランティア組織と被災行政との関係分析結果についても報告する。

10.1 現地調査について

NPO 法人日本防災士会が当時現地本部を置いていた、熊本県益城郡益城町辻の城 148 番地にある「辻の城公園」を訪問し、発災から当時までの活動をヒアリング調査した結果を報告する。

ヒアリング項目は 8 項目あり以下に示す。

- 今回の地震による被害
- 支援内容
- 支援内容
- 円滑に行えたと評価できる点
- 問題があったと感じる点
- 問題点改善に向けた提言
- 今後必要と思われる支援
- 教訓としたいメッセージ



11.1：現地ヒアリング調査の様子

10.2 NPO 法人日本防災士会の震災直後での情報提供

NPO 法人日本防災士会熊本県支部の会員のほとんどは自宅及び親戚宅が地震被害を受けている。地震をきっかけに亡くなった親類縁者も複数人いた。自宅が比較的軽微な被害であった会員も、ライフラインの断絶により通常の生活が送れない状況下、備えとして確保していた自家発電装置や非常用備蓄品等で共助を直後から行っていた。

4 月 14 日の前震直後の 15 日には日本防災会本部のホームページに「熊本地方を震源とする地震につきまして」というタイトルで、情報が掲載されていた。

以下が第 1 報である.

『現在、救助活動、二次災害防止、被災者支援等に懸命の活動が実施されています。今すぐに県外からボランティア活動に駆けつける状況ではないと判断されます。日本防災士会九州支部連絡協議会、熊本県支部では役員が情報収集の上、どう対応するか、検討を進めています。

参考サイト

気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

総理官邸 https://twitter.com/Kantei_Saigai

内閣府 https://twitter.com/cao_bousai?lang=ja

総務省消防庁 <http://www.fdma.go.jp/bn/2016/>

熊本県 <http://www.pref.kumamoto.jp/Default.aspx>

N P O 市民活動情報センター <http://sicnp.jp/saigai160414/>

ボランティア活動については、追って下記で告知されるものと思われます。

熊本県ボランティアセンター

http://www.fukushi-kumamoto.or.jp/top/default_c3.asp

<https://twitter.com/kumavc>

熊本市ボランティアセンター

<http://www.kumamoto-city-csw.or.jp/volunteer/index.php>

<https://twitter.com/kumavolunteer>

益城町ボランティアセンター

http://www.mashiki-shakyo.or.jp/area/ar_03.html 』

以下は第 2 報である.

『熊本地震につきまして (2)

当会熊本県支部では、社会福祉協議会と連携し、益城町役場及び避難されている方々に対する支援活動を開始しました (6 人参加)。この後、長崎県、大分県、宮崎県の会員有志 7 ~ 8 名程度が現地入りし、支援活動を行う予定です。熊本県支部は社会福祉協議会と事前に協定を結んでおり、この協定に基づいて活動しています。』

16 日午前には、本震を受けて下記の情報が掲載されている.

『熊本地震につきまして (3)

会員 15 人で益城町役場にて支援活動中。熊本県支部をはじめ九州支部連絡協議会の会

員の皆さんが昨日から現地入りしています。災害ボランティアセンターが開設されていないために、昨日は組織的な活動はできなかったとのことです。16日午前1時25分ころの「本震」による、支援メンバーのけが・被害はなく、本日は益城町役場にて物資配布などの支援活動を実施中とのことです。今後、被害や地震がさらに広がる恐れがあること、現地の受援体制が未整備のため、九州以外の地域から組織的に支援に入るべき状況ではありません。(個人による自発的な活動を妨げるものではありません)

今後の支援については、熊本県支部、九州支部連絡協議会からの情報を得て、対応させていただきたいと思います。(28年4月16日午前9時30分)』

『熊本地震支援活動につきまして(5)』

益城町で活動中の九州支部連絡協議会の旭会長(長崎県支部長)から情報をいただきました。

- ・昨日、益城町役場、社会福祉協議会と話し合いを行った。
- ・社会福祉協議会としては、とてもボランティアセンターを立ち上げる状況にない。余震が激しく、支援活動中に家屋倒壊、瓦などの落下の恐れがある。ボランティアの安全確保ができない。また電気が通じていないためパソコンを使うことができない。サーバーもダウンしている。今後の情報発信は県社協を通じて行いたい。
- ・個人的にかけつけたボランティアもあり、防災士の人も来た。
- ・ボランティアの仕事がないのではなく、危険なこと、停電等のため受援体制が構築できないのが実情。
- ・防災士会のメンバーは3時間ほど、ブルーシートの配布を手伝った。
- ・宿泊しているホテルも夜間に大揺れして、自分たちも報道陣も外へ出て安全を図った。
- ・以上の状況であり、それぞれの地元が心配なこともあるので、九州支部連絡協議会としての支援活動は、いったん区切りをつけて解散した。

パソコン、コピー等が使えない状況では、ボランティアセンターの立ち上げは困難です。私たちが支援活動に入ることができるのは、少なくとも一週間程度先になると考えられます。(平成28年4月17日 午前10:30)』

以上のように、支援に入る個人や団体に被災地の情報をいち早く発信し、現地の体制が整っていないことを伝えている。内閣府が平成28年7月20日付で発表した初動対応検証レポートにも「国の職員を受け入れた被災市町村側の環境整備ができていなかったため、当初はボランティアやNPOとともに、応援職員が十分に機能できなかった場合もあった。」との記載があるように、支援活動は必要であるが被災現地の受け入れ態勢が整わないまま、ボランティアが集まっても混乱するだけであり、要支援案件とボランティアのマッチング

が困難な状況であった。

その中、NPO 法人日本防災士会は阪神淡路大震災を経験して、育成され始めたが、新潟県中越地震、新潟県中越沖地震、東日本大震災、平成26年8月豪雨災害等の被災地支援ボランティア活動を経験して、その豊富な経験と教訓が活かされ、今回の熊本地震に対して迅速で的確な対応に現れたと考える。熊本県支部がリエゾンオフィスの役割を果たし、東京のNPO 法人日本防災士会本部に現地の状況や被災者のニーズが報告され、本部から全国に配信された。被災地では自治体職員が問い合わせの電話対応で忙殺され、本来やるべき業務ができなかった事例も数多く報告されている。

10.3 NPO 法人日本防災士会の益城町での支援活動

現地では16日の本震以降、益城町の社会福祉協議会が災害ボランティアセンターを開設するまで、益城町役場の物資配布などのサポートをしながら支援活動を開始した。4月23日からは、益城町役場隣の益城町公民館駐車場にテントを設営し現地・災害ボランティア本部を開設し、発災直後の混乱期にNPO 法人として社会福祉協議会をサポートしていた。

現地で家族や親類縁者が被災者となった状況下で支援活動を継続できたのは、熊本県支部を支えたNPO 法人日本防災士会本部とNPO 法人日本防災士会九州支部連絡協議会であり、全国の防災士会員および一般ボランティアであった。NPO 法人日本防災士会九州支部連絡協議会の会長を務める旭氏及び長崎県支部に、雲仙・普賢岳噴火災害以来の災害ボランティア経験の蓄積があったことも大きな力となった。

5月5日からは、益城町災害対策本部が同公民館で罹災証明書の発行を行うことになったため、益城町の手配で辻の城公園に活動拠点を移転し、NPO 法人日本防災士会現地・災害ボランティア本部としてボランティアの受付窓口となった。

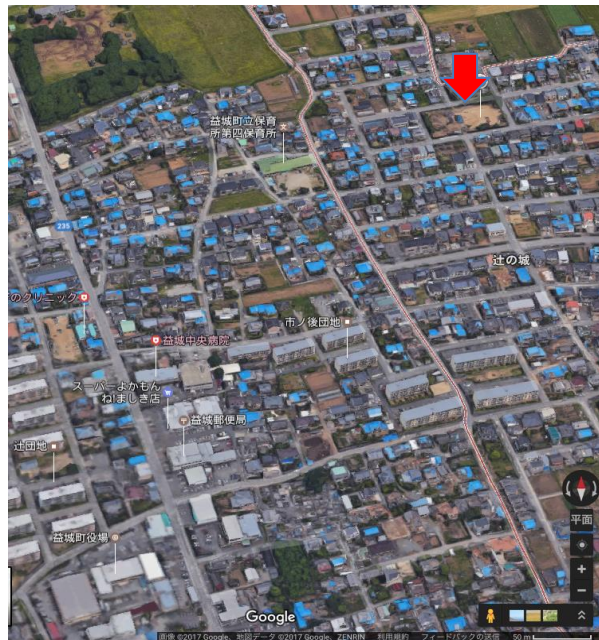


写真 11.1：赤矢印が日本防災士会現地本部

現地・災害ボランティア本部を立ち上げた後は、被災者に支援活動が可能であることを知ってもらい、支援可能な項目を被災者にわかりやすく周知するために、支援可能項目をチラシにして見える化を測った。被災者が申し込みやすいようにカードを作り、必要事項を記入してもらい、作業内容を双方が確認できるように工夫した。

益城町は、町内の約9割に当たる 10,155 棟が地震の被害を受けており、現地・災害ボランティア本部に寄せられた町民からの支援要請は、傾いたブロック塀の撤去、壊れた瓦や窓ガラスの撤去、ブロック瓦礫の撤去や屋根へのブルーシート掛け等が主であった。

平成28年6月11日現在で、益城町内の約230世帯への支援が実施された。約2ヶ月間に現地でボランティア活動に参加した防災士が464名、一般協力者が152名となっている。参加者は、北海道から沖縄県まで全国から参集している。

熊本地震被災家屋に ボランティアが お手伝いしますか？

例えば……

- 自宅の家財のかたづけ
- 自宅から荷物の運び出し
- 自宅周辺のガレキ撤去
- 自宅から出たゴミの分別
- 周辺の環境整備
- その他（ご相談下さい）

※ お手伝いできるのは、ボランティアの安全が確保される時のみ。

※ 全てのニーズに応えられる事もあり得るため、ご了承ください。

連絡先 / 日本防災士会現地本部（辻の城公園内）

TEL 070-3666-6905

※ 道具はご自分で準備し、お気軽にご相談を

※ 持ち寄り

No. お手伝いカード	
H28年 月 日 時 分	月 日 時 分
氏 名	
住 所	益 城 町 番 地
TEL	
作 業 内 容	・瓦片付け
	・家庭内 外
	・窓ガラス片
	・電気製品
	・その他

<作業員>

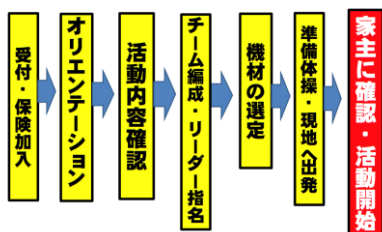
図 11.1：ニーズを集めるチラシとカード

余震が多発する中の作業は危険が伴い、作業を継続すべきか中止すべきか現場での判断が求められた。

今回の熊本地震の特徴としてあげられるのは、余震の回数が非常に多く、その規模もかなり大きかった点である。そのような状況下で瓦礫の撤去や家の中で作業を行うには、土木建築の基礎知識や、重機の操作に熟練している人材が必要であった。また、ボランティア作業中に二次災害に合わないために、現場における個人の高い判断能力も必要とされた。そこで「専門ボランティア」という用語が使われ、一般のボランティアと支援内容が振り分けられた。

活動支援の心得

防災士会活動の流れ



- 1 依頼者宅に行ったらまず笑顔で挨拶しよう。
- 2 リーダーは現場を見て今日行う活動の確認をしよう。
- 3 活動内容が決まったら進め方と任務分担を決めよう。
- 4 作業に応じた危険防止と休憩目安を作業前に指示しよう。
- 5 休憩時間が来たら必ず休む。休ませる。
- 6 処理に迷ったら家主に確認しよう。会話も大切に。
- 7 目標30分前になったら終了時間を家主に伝えよう。
- 8 リーダーは作業を継続か完了を判断し家主に説明しよう。
- 9 継続でも一旦終了を伝え、後日は別の人になる事を伝えよう。
- 10 終了後は活動確認と機材確認をし、挨拶して引き上げよう。
- 11 活動後は人の怪我、消毒と機材の清掃、員数を確かめよう。

図 11.2：NPO 日本防災士会熊本地震活動報告書から抜粋

ボランティアに必要な資機材は自分たちで調達しなければならないが、コンクリートブロックや瓦など撤去運搬を人力だけではできない状況であった。必要な資機材（コンクリートブロックを粉砕し、重量物を運搬する一輪車やリヤカーなど）は会員個人では調達も困難であったが、今回は九州エリアのネットワーク及び全国のネットワークで、油圧ショベルや瓦礫を運ぶ一輪車、リヤカーなどは大分県支部から無償貸与された。瓦礫を入れる土嚢袋も不足したが、九州支部連絡協議会会長からフェイスブックを利用した全国への呼びかけにより、約 17,000 袋が全国から寄贈され、支援活動の継続が可能となった。



写真 11.2 油圧ショベルで傾いたブロック塀を撤去
(NPO 法人日本防災士会ホームページより)

10.4 まとめと提言

災害支援ボランティアの受付窓口は本来各市町村の社会福祉協議会が立ち上げる災害ボランティアセンターであるが、発災直後の混乱期に、NPO 法人として社会福祉協議会をサポートし、町役場と連携した行動が可能だったのは、熊本県や県内市町村と NPO 日本防災士会熊本県支部が災害協定を締結していたため、被災地支援に地元福祉協議会と直ちに活動を開始できる体制が整っていたことが大きいと考えられる。熊本支部長宮下正一氏によると、熊本市とは平成 24 年 3 月 23 日、熊本県社会福祉協議会とは平成 27 年 8 月 10 日に災害に関する協定を締結している。また、熊本大学、熊本県立大学とも連携しており、学生の災害対応訓練を実施していた。このような行政と教育研究機関、NPO 法人との平常時からの連携活動が、発災後にお互いの活動を支え合うことができた大きな要因であると考えられる。熊本では発災後に支援団体の連携と情報交換のために立ち上げた連絡会議を元に、熊本県、熊本市、県社協、市社協、NPO 等連携会議「火の国会議」が結成され、現在は復興に向けて活動が続けている。

発災してから、何か支援をしたい気持ちだけでは的確な支援ができないばかりか、被災住民や被災自治体の職員等に負担をかけてしまうことになる。今後も災害の多発が懸念される我が国において、事前の連携や組織間の協定が重要になる。熊本地震の支援においても、多くの企業や NPO 法人、個人が関わって被災者の復旧や復興に寄与してきたが、発災後の混乱期にその役割を果たすためには、平常時の役割が重要となってくる。行政と支援団体等の役割分担、それに基づく訓練などを通してお互いの信頼関係を構築しておく必要がある。

NPO 法人の課題として、活動資金がほとんど無いという問題も挙げられた。活動に必要な資機材を自分たちで調達する資金が特に不足している。今後は地元企業とも連携して、必要な資機材を貸与できるような仕組みを作ることも必要である。

今回の反省点として、専門のスキルを持つ会員が少ないために、数多く寄せられた被災住民のすべてのニーズに答えられなかった点を挙げている。今後、フォローアップ講座を通じて会員のスキルアップを図ることや専門のスキルを持った人材の参加も望まれる。また、現地本部の運営を行う人員が限定されたために、限られたメンバーに負担が大きかったことも挙げられている。現地で支援のスキルを持つ人材育成とともに支援体制をコーディネートできる人材の育成も大きな課題である。

甚大な被害を及ぼす大規模自然災害が起こるたびに、言われ続けていることだが、被災地外から支援の手が差し伸べられても、被災地内にその援助を受け取る受援力が無ければ、復旧に向けての活動がスムーズには動き出さない。度重なる自然災害を経験した地方自治体や社会福祉協議会、NPO 法人は支援に必要なスキルアップを続けると共に、協働して受援力を向上させるための仕組みや連携関係を日頃から構築して行くことが望まれる。

<参考文献>

- 1) 平成 28 年熊本地震に係る初動対応の検証レポート平成 28 年 7 月（平成 28 年熊本地震に係る初動対応検証チーム）
<http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/h28kumamoto/pdf/h280720shodo.pdf>
- 2) 熊本地震による地表地震断層調査、遠田晋次・岡田真介・石村大輔、平成 28 年(2016 年)熊本地震に関する調査報告会(第 4 回)
<http://irides.tohoku.ac.jp/event/2016kumamotoeq.html>
- 3) NPO 法人日本防災士会熊本地震活動報告およびホームページ
<http://www.bousaisikai.jp/index.html>
- 4) 平成 28 年(2016 年)熊本県熊本地方を震源とする 地震に係る被害状況等について
<http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin/>

第 11 章 報道動向に関する分析

佐藤翔輔（東北大学災害科学国際研究所災害アーカイブ研究分野）

本章では，平成 28 年（2016 年）熊本地震の発生から約 2 週間の時点において，熊本地震災害に関するウェブ上の報道の動向を分析した結果について報告する．

11.1 データの収集と分析

本報告は，Yahoo!ニュース上に配信された平成 28 年熊本地震に関するニュース記事を分析対象にしている（http://news.yahoo.co.jp/related_newslist/kumamoto_prefecture_earthquake/）．4 月 14 日 21:26 の地震発生間もない頃は，上記スレッドが存在していなかったために，同ポータル上にある地震速報のスレッド上に掲載されていたニュース記事を用いてデータを補完した（http://news.yahoo.co.jp/related_newslist/earthquake_flash/）．

11.2 報道の時系列的傾向

熊本地震の記事件数を時系列したものを図 1 に示す．図 1 では，参考・比較のために，同じく直下地震で人的被害の規模が同程度の平成 16 年（2004 年）新潟県中越地震の記事件数²⁾を併記している．中越地震についても，同様に Yahoo!ニュース中で掲載されたものを採用している．

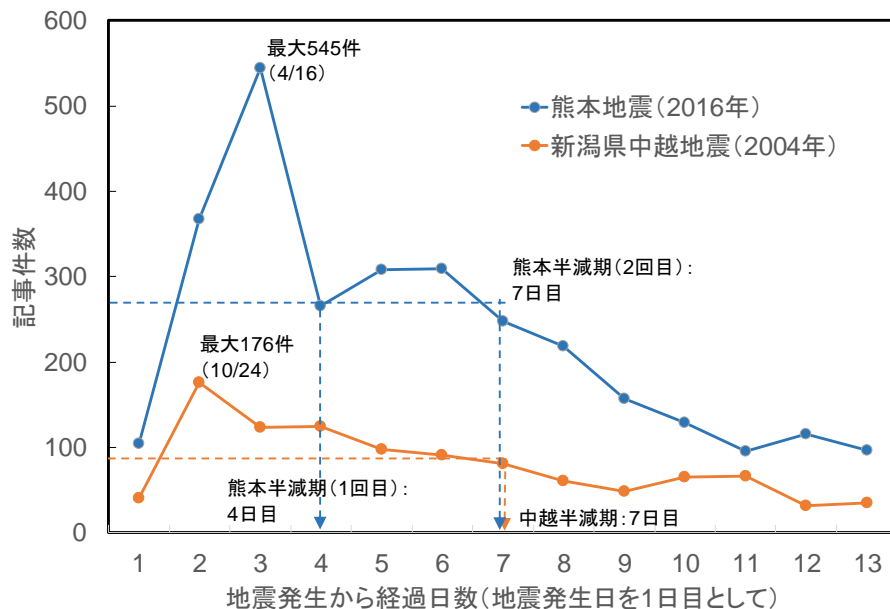


図 1 Yahoo!ニュース記事の時系列的変化(熊本地震と新潟県中越地震)

通常の地震災害は、地震発生から 2 日目に記事件数が最大となっている（例：図 1 の中越地震）。これは、1 日目は、「何が起きているか、あまり分からない」状態であったのに対して、2 日目に徐々に明らかになっていくことが、その背景にある。一方、熊本地震は最初の地震発生から 3 日目に記事件数が最大となっている。これは、その後発生した 4 月 16 日に発生した M7.3 震度 7 の地震が影響していると考えられる。

図 1 では、記事件数にもとづく、社会的関心の時間的継続性を示す基準として、発生以降、「1 日の最大記事件数」の半分を下回った経過日数である「災害のメディア半減期」¹⁾も示している。熊本地震は 4 日目に半減期を迎えるも、同様に 4 月 16 日の地震を受けて、記事件数が再度増加し、改めて 7 日目に半減期をととなった。4 月 16 日の地震がなかった場合、4 日目の時点で記事件数が単調な減少傾向を示していたことが推察される。また、2 回目の半減期となった 7 日目、中越地震時と同様であることが確認された（図 1）。

11.3 被害と報道量の関係

既往研究では、被災地外からの支援は、少なからず報道の量に影響されることが知られている³⁾。東日本大震災では、各地域の報道量が人的支援の多少と高い相関を示していた。そこで、現時点で報告されている熊本県内の各市町村の被害量と、記事件数（報道量）との関係を分析した。

各市町村の記事件数について、図 2 に死者・行方不明者数との関係、図 3 に避難者数（4 月 26 日時点の避難者数、最大避難者数）との関係、図 4 に避難率（4 月 26 日時点の避難率、最大の避難率）との関係を示した。図中の破線（図 2、図 4 のみ）は、回帰直線（ $Y=aX+b$ ）であり、その直線より上側（下側）にプロットされた市町村は、被害規模に比べて相対的に報道量が多い（少ない）地域であることを表している。図中の R は相関係数を表す。

図 2～4 では、被害規模に呼応して、熊本市、益城町、南阿蘇村で報道が多いことが分かる。一方、図 2 と図 4 を見ると、いずれの結果に共通して、西原村、嘉島町、御船町のプロットが回帰直線の下側に位置しており、被害規模に比べて、やや報道量が少ない傾向を示している。熊本県内の各市町村に入っている支援の物理的量は、4 月 28 日時点で明らかになっていないが、被災地外からの支援が上記の地域で少なくなる懸念があった。

上げたウェブニュースへの適用事例ー，地域安全学会論文集，No. 8，pp. 367-376，2006.11.

- 3) 佐藤翔輔，今村文彦，林春男：東日本大震災における被災地外からの人的支援量の関連要因に関する分析，地域安全学会論文集，No. 19，pp. 93-103，2013.3.
- 4) 熊本県：平成 28 年熊本地震に関する災害対策本部会議資料，
https://www.pref.kumamoto.jp/kiji_15459.html

第 12 章 応急仮設住宅と住宅復興

岩田 司（東北大学災害科学国際研究所都市再生計画技術分野）

ここでは平成 28 年 5 月 26～28 日、及び 8 月 24～27 日、12 月 1 日に実施した現地調査から、平成 28 年熊本地震における応急仮設住宅の建設と住宅の復興に向けた動きに関する調査結果について報告するとともに、今後の大規模災害における住宅の復興について、地元の建設関連業者、被災者のヒアリング結果を基に考察する。

12.1. 現地調査について

12.1.1. 調査参加者

- ① 岩田 司：東北大学災害科学国際研究所 教授 工学博士
- ② 内田 晃：北九州市立大学地域戦略研究所 副所長・教授 博士（人間環境学）
- ③ 中俣 知大：数寄楽舎 所長 一級建築士
- ④ 高木 淳二：(株)高木富士川計画事務所 代表取締役 技術士（都市及び地方計画）・一級建築士、NPO 環境圏研究所 理事長
- ⑤ 今泉 重敏：(株)まちづくり計画研究所代表取締役 総務省地域力創造アドバイザー

12.1.2. 調査日程とその概要

- ① 5 月 24 日(火)
 - i. 於・数寄楽舎（薩摩川内市）：中俣知大氏に熊本県内における応急危険度判定の実施方法や実際の阿蘇市における判定とその問題点に関するヒアリングを実施
- ② 5 月 25 日(水)：内田晃教授、高木淳二氏と調査
 - i. 於・熊本県建築住宅センター：元地域住宅計画担当の生田博隆専務理事、岩下修一専務理事と木造住宅被災状況のヒアリングと今後の熊本都市圏の復興計画についての意見交換
 - ii. 於・熊本県庁：熊本都市圏の都市計画図、熊本県内の各都市の都市計画図を収集
 - iii. 於・益城町福富：益城町立保育所第一保育所付近の高木氏の知人宅や周辺の被災木造住宅の破壊に関する詳細調査
 - iv. 於・南阿蘇村河陽：高木氏の友人の別荘において、敷地、及び周辺の山崩れの状況と建物への影響調査
 - v. 於・南阿蘇村役場：長野敏也村長、市原一生副村長、牧野雄二熊本大学名誉教授（南阿蘇村在住）と南阿蘇村における被災状況のヒアリングと、復興計画に関する意見交換
 - vi. 於・西原村役場：内田安弘副村長と面会。地元大工、藤本誠一氏を紹介され、応急仮設住宅建設現場視察
 - vii. 於・熊本市中央区小沢町付近：熊本市内中心部被害状況調査、及び高木氏の事務

所（伝統的な蔵）の被災状況調査

③ 5月26日(木)：今泉重敏氏と調査

- i. 於・宇土市役所：元松茂樹市長、池田信夫副市長と、被災状況と復興計画における問題点（特に津波避難）に関するヒアリング
- ii. 於・宇土市内：被災状況調査
- iii. 於・御船町役場：藤木正幸町長に被災状況と今後の復興計画に関するヒアリング
- iv. 於・御船町旧町内：被災状況調査
- v. 御船町中原団地において造成地の地滑り状況調査

④ 8月24日(水)：追加調査

- i. 於・数寄楽舎（薩摩川内市）：中俣知大氏と調査結果に基づく今回の地震に於ける木構造の問題点（特に筋交いの入れ方と通し柱への部材の集中による断面欠損）を整理し、木造住宅の耐震性能向上のためには、筋交いの入れ方や、応力が分散する手法が必要であることを確認した。

⑤ 8月27日(土)：追加調査

- i. 於・NPO 環境圏研究所（熊本市）：住宅や店舗等の自力修復・再建活動拠点施設（テント型可動式の木造施設 16 m²）を、被災施設の近隣（空き地や庭）等に設置することについて意見交換を、南阿蘇村村民（写真家の長野良市氏）とともにいった。
- ii. 於・しほりや（熊本市中央区の旧・中職人町）：伝統的な町家建築、しほりや（御菓子司）の被災店舗内での仮営業の視察を行い、その復興を進めるにあたって直面している問題点や今後の課題についてヒアリングを行った。

⑥ 12月1日(金)：追加調査

- i. 於・西原村：完成した応急仮設住宅の視察を行い、現地で4名の居住者（70代男性1名、80代女性2名、40代女性1名）に木造応急仮設住宅の住み心地に関する簡単なヒアリングを行った。

表1 市町村別応急仮設住宅供給戸数

市町村	整備戸数
熊本市	541戸
宇土市	143戸
宇城市	176戸
阿蘇市	101戸
美里町	41戸
大津町	91戸
菊陽町	20戸
御船町	425戸
嘉島町	208戸
益城町	1,562戸
甲佐町	228戸
山都町	6戸
氷川町	39戸
産山村	9戸
南阿蘇村	401戸
西原村	312戸
110団地	4,303戸

12.2. 仮設住宅の概要

12.2.1. 仮設住宅の供給戸数

① 応急仮設住宅の建設戸数

- i. 今回の熊本地震においては、熊本県内において11月14日までに4,303戸が供給された（表1：参考文献2）より作成）。
- ii. 東日本大震災において、福島県を中心に供給され、その性能が評価された木造応急仮設住宅が熊本県においても供給された。熊本県は木造応急仮設住宅を建設する「災害協定」を、「全国木造建設事業協

会（全木協）」と平成 28 年 5 月 6 日に締結した。熊本県はその面積の 63%が森林で、元々木材供給の盛んな地域であり、その地場産材や地域の職人といった地域資源の活用が可能な木造応急仮設住宅の建設は、地域の活性化の観点からも重要な手法と考えられる。

② 見なし仮設住宅等

- i. 民間賃貸住宅等を活用した見なし仮設住宅の決定通知済件数は平成 28 年 12 月 13 日集計で 12,155 戸となっている。
- ii. また公営住宅については、全国で 11,888 戸を確保し、平成 28 年 12 月 14 日集計で 1,836 戸が入居済となっている（参考文献 3））。

12.3. 調査結果

① 西原村における木造応急仮設住宅の建設について（5 月 25 日(水)午後：西原村にて応急仮設住宅の建設現場の視察）

- i. 熊本県との建設協定を行った全国木造建設事業協会（以下、全木協）による木造応急仮設住宅が建設されていた（写真 1）。

- ii. 基礎は、べた基礎で、鉄筋もしっかり組まれており、立ち上がり部分の高さも十分取られ、一般の住宅で用いられるものと同じである（写真 2）。福島では多くの木造仮設住宅は杭を打った上に建設しており、コンクリート基礎が使われたものは、「三春町復興住宅をつくる会」の 100 戸をはじめとした、少数であったが、今回は木造応急仮設住宅では全面的に採用されているようである。ただ三春のコンクリート基礎は、メッシュ筋による立ち上がりのない完全なフラットな簡易な基礎であった。

- iii. そのためもあり、今回の建設費は戸当たり 600 万円を超えている（現地でのヒアリン



写真 1 施工中の木造応急仮設住宅



写真 2 施工中の木造応急仮設住宅の基礎

グ結果）とのことであった。

- iv. 内部もかなりしっかりつくられており、この住宅を見た住民や町長等は、このまま払い下げて、復興住宅になると考えている（写真 3）。

② 熊本市における住宅復興に関する調査（8 月 27 日：御菓子司しぼりや（熊本市中央区の旧・中職人町）において、高木氏、しぼりや店主（岩原氏）と）

- i. 伝統的な町家建築、しぼりや（菓子司）では地震により家屋が傾く等の被害を受けた（写真 4）。
- ii. 震災後、大工に倒壊しないよう店舗内に斜め材を入れるなどして応急修理を依頼し（写真 5）、仮営業を行っている。

iii. 現在再建補助申請に向け準備をしている。

- 1) まず解体の補助申請が必要
- 2) 公費で解体するにはまず今年の 12 月 27 日(火)までに公費解体の申請を提出し、認められれば公費で解体されるが、実際の解体は来年の 4～5 月頃となり、これでは再建に時間がかかりすぎる。
- 3) 6 月 22 日まで、自費で解体した場合は自主解体として受け付け、補助されることとなった。以降は補助されるのは公費解体のみとされていたが、このたび自主解体の申請が 12 月まで延期された。しぼりやでは 9 月に申請をし、10 月末に交付金認定される予定である。
- 4) 商業再建に関する補助申請は 8/26 締め切りで提出済。ただしこれは商業再開のためのグループ補助金の申請で、実際の建物自体の再建築の補助金申請は今後行う。

③ 熊本市における住宅復興に関する調査（8 月 27 日：NPO 環境圏研究所（熊本市）において、高木氏と）

- i. 復興住宅建設までは、各家庭の事情により時間がかかることが予想される。
- ii. 現在、被災した住宅で生活し、将来建替や修繕をする被災者も多い。
- iii. この場合、例えば低価格な応急用の小規模建物を庭等に建設し、家財道具の収容・



写真 3 施工中の木造応急仮設住宅の内部

片付けをしながら建替や修繕期間中の生活の舞台とすることが考えられる（写真 6、7）。

- iv. 将来的には倉庫、趣味や勉強の部屋、地震再来時の一時避難への備えとして活用する。また、恒久的な基礎を必要としない簡易な構造形式であるため、これを組み立てる過程に居住者自身が参加することによって自力での修繕や再建の基礎的な技術を身につけられるという効果も期待できる。



写真 4 大きな被害を受けた伝統的な町家建築（御菓子司・しばりや）



写真 6 被害を受けた高木氏の事務所前に立つ高木氏が提案する小規模建物「木造テント小屋」



写真 5 店舗内部の補強の様子。しばり屋の店舗再建とその補助に関するヒアリングを行った。



写真 7 高木氏が提案する木造テント

④ 西原村における木造応急仮設住宅の建設について（12月1日(金)午後：西原村にて応急仮設住宅の視察）

- i. 西原村役場近く（西原村小森 3157 番 1 他）の応急仮設住宅で、芋畑を造成し 312 戸が建設された。
- ii. 木造応急仮設住宅と従来のプレハブ型仮設住宅の双方が建設されている（写真 8～11）。
- iii. 新建材が多用され、一般的な住宅のイメージの建物である。また本格的な RC の基礎が採用されており、長期使用が可能であると考えられる。
- iv. 現地で 4 名の居住者（70 代男性 1 名、80 代女性 2 名、40 代女性 1 名）に木造応急仮設住宅の住み心地に関する簡単なヒアリングを行ったが、この段階ではまだ引っ越して間もないことから、住みやすいという意外に居住環境に対する回答は得られなかった。昼間であったため、それぞれの人が外に出ており、お互いに少し離れた知り合いをたずねているということであった。



写真 8 阪神大震災以来大量供給されてきたプレハブ型応急仮設住宅



写真 10 今回建設された木造応急仮設住宅。本格的な RC の基礎が使われ、外壁も新建材で覆われている。



写真 9 仮設住宅団地に建設された木造の仮設集会所



写真 11 玄関周りには木材が多用され、木造であることがよくわかる。

12.4. 今後に向けた提言

最後に、これまでの調査で得られた結果から、現段階で考えられる将来の災害に向けた提言を、木造仮設住宅を中心に整理しておく。

12.4.1. 木造応急仮設住宅の再活用

- ① 地元資源（地場産材、人材とその技術）の活用と、地元建設業者による今後のメンテナンス需要を鑑みると、木造応急仮設住宅の建設は、災害直後をのみでなく、持続的な地域の活性化に有効であると考ええる。
- ② 今回の木造応急仮設住宅では、本格的な RC の基礎が採用され、また内外装ともに一般的な新建材が多用されている。福島県三春町で地元工務店が建設した木造応急仮設住宅では、基礎はコンクリートであるが、価格を下げるためにメッシュ筋入りのフラットベットとしている。また内外装ともに木材が使われ、住環境に潤いをもたらす効果が確認されている。
- ③ 今回のヒアリングでは、西原村における木造応急仮設住宅の建設には 600 万円以上かかっているという情報があるが、三春では 560 万円程度であり、価格が上昇している（参考文献 4）参照）。
- ④ なお、全木協等のホームページでは、建設費は 450 万円程度と記されているが、ヒアリングではおそらく外構工事等も含まれていると考えられる。参考文献 4）に見られる三春町の木造応急仮設住宅の平均建設費も外構工事等も含まれているものである。また、松杭等に土台を渡した一般的な仮設住宅では、松杭や、床部分に 5 年を経た時点で腐れ等が見られ、これ以上の長期使用は困難な状況にあるが、三春町の木造応急仮設住宅はこの基礎の影響で使用期間 6 年を経た現在も、十分に住宅として使用できる状況にある。
- ⑤ 基礎、内外装の仕様、及び三春町での経験を考慮すると、熊本での木造応急仮設住宅は 20 年以上の使用に耐えられと考えられる。したがって、2 戸 1 化や、内装、内部建具の手直しによって、災害公営住宅への転用は十分に可能と考えられる。また西原村の応急仮設住宅では 300 戸以上の団地を形成しており、移築等の必要はないことから（移築には新築以上の再建築費がかかることが福島県の木造応急仮設住宅の移築実績から判明している）、一般の復興住宅への払下げ等も考慮されるべきであると考えられる。

12.4.2. 被災者の事情に応じた木造応急仮設住宅の供給の可能性

- ① 実際には応急仮設住宅の供給戸数よりも見なし仮設住宅の決定通知済件数の方が 3 倍近くもある。地方部を中心に空家対策が問題視される中、見なし仮設住宅等、被災者の事情に応じた様々な形態の仮設住宅の供給手法が求められる。
- ② 例えば町家では、一般に奥行き長い敷地に店舗、住宅、蔵など複数の建物が建っており、熊本のしほりやの例に見るように、使える部分を応急的に修理し、被災者が自らの敷地に在住しながら順次複数棟を建て替え、最終的に修復するという考え方もあ

る。そのための技術開発も必要と考える。

- ③ 阿蘇村の被災者へのヒアリングのように、被災者の自宅の敷地が広ければ、そこに安価な木造応急仮設住宅を自力で建設し、主屋の復興を時間をかけて行うという方法も考えられる。その場合、その仮設住宅は倉庫や勉強部屋、趣味の部屋など復興後の利用価値もあり、財源問題、環境問題等を鑑みるとき、一手法として考える必要があり、そのため制度設計も、特に敷地の広い地方部においては必要と考える。
- ④ いずれにしても、様々な場合が想定され、応急仮設住宅の大量供給のみでの対応ではない、被災者の事情に応じた復興住宅供給への段階的な手法を見据えた復興住宅制度の設計が必要となる。
- ⑤ ただし緊急事態への対処に際し、複数の解決策を用意することは煩雑であり、地方公共団体の処理能力も考慮した制度設計が必要である。

<参考文献>

- 1) 熊本地震被害調査報告書～住まい・まちづくり関連～：平成 28 年 10 月 2 日、東北大学災害科学国際研究所
http://irides.tohoku.ac.jp/media/files/_u/topic/file/20160929_Kumamoto_EQ_report_Iwata_web.pdf
- 2) 熊本県ホームページ「応急仮設住宅の進捗状況について（平成 28 年 11 月 14 日時点）」
http://www.pref.kumamoto.jp/kiji_15918.html
- 3) 内閣府防災情報のページ「地震に係わる被害状況等について」災害対策本部（平成 28 年 3 月 14 日）
http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin_38.pdf
- 4) 地域の住宅建設を支える地元大工による応急仮設住宅の供給手法のあり方：日本建築学会技術報告集第 18 巻第 40 号（平成 24 年 10 月）

第 13 章 熊本大学×東北大学 市民公開講座

杉安和也（東北大学災害科学国際研究所リーディング大学院）

今村文彦（東北大学災害科学国際研究所所長）

遠田晋次（東北大学災害科学国際研究所国際巨大災害研究分野）

佐々木宏之（東北大学災害科学国際研究所災害医療国際協力学分野）

久利美和（東北大学災害科学国際研究所リーディング大学院）

ここでは、平成 28 年熊本地震の被災地のひとつである熊本市において、熊本大学と連携して開催した『熊本地震から 6 か月、東日本大震災から 5 年。熊本大学×東北大学 市民公開講座「今、ともに学び考える！」』について、その開催の経緯と当日の様子について報告する。同企画は平成 28 年 10 月 8 日（土）に熊本大学薬学部を会場に開催したものである。当日は中学生から主婦、会社員、自治体関係者など約 100 名の参加者があった。東北大学からは 3 名の講師、2 名の引率・展示企画担当者に加え、11 名のリーディング大学院グローバル安全学トップリーダー育成プログラム受講学生が参加した。

13.1 「熊本大学×東北大学 市民公開講座」開催の経緯について

熊本大学と東北大学とは、熊本地震、東日本大震災という震災を経験した大学であるという共通点の他に、日本学術振興会の進める「博士課程教育リーディングプログラム」の採択大学というもうひとつ共通点を持っている¹⁾。今回、熊本地震を経験した熊本大学 博士課程教育リーディングプログラム「グローバルな健康生命科学パイオニア養成プログラム HIGO」（HIGO プログラム）²⁾は、医学・薬学の知識をもちながら、熊本・九州・アジアで活躍できる「博士」のリーダーを養成するプログラムであるが、この地震を契機に、知地域に寄り添う熊本復興に向けた活動展開を進めていた。しかし、地震・災害の専門家ではないことから、災害科学国際研究所が運営中核組織として参画し、地震災害・震災からの復興現場での活動実績を持つ東北大学博士課程教育リーディングプログラム「グローバル安全学トップリーダー育成プログラム」（G-Safety プログラム）³⁾へ連携した活動展開の申し出を受け、その一環として、このたびの市民公開講座の開催が実現した次第である。

13.2 開催概要について

「熊本大学×東北大学 市民公開講座」は 10 月 8 日（土）午後の講演会を中心に、熊本大学 HIGO プログラム受講生と東北大学 G-Safety プログラム受講生との交流企画（10 月 8 日（土）午前開催）、翌日（10 月 9 日（日））に両プログラム受講生とともに、熊本県内の被災地巡検を実施した。

講演会では東北大学災害科学国際研究所より、熊本県内での調査・支援活動を展開した今村文彦 教授（同所所長・G-Safety 創るユニット長）、遠田晋次 教授（国際巨大災害研

究分野・G-Safety プログラム担当教員), 佐々木宏之 助教 (災害医療国際協力学分野) の 3 名よりそれぞれ, 東日本大震災・熊本地震の経験からの教訓, 熊本地震の特徴, 災害派遣医療チーム (DMAT) の医療支援活動について, 講演を行った.

同会場では講演会のほかに展示・参加体験コーナーを設けており, そちらでは東日本大震災被災地での活動紹介, G-Safety プログラム受講生有志が開発した「減災アクションカードゲーム」の体験会を実施した.

また, 平成 29 年 2 月 24 日 (土) には熊本大学 HIGO プログラム受講生が東北大学を訪問し, 市民公開講座当日の様子について報告を行っている.

13.3 報告書の公開について

同市民公開講座の当日の様子については, 別添報告書を作成しており, 現在, 熊本大学 HIGO プログラム, 東北大学 G-Safety プログラムの公式ホームページにてそれぞれ公開中である. この印刷版については, 自治体・関係省庁へ配布するとともに, 震災関連の各種イベント開催時に随時配布を行っている (※平成 28 年度では, 「仙台未来防災フォーラム 2017」での配布を実施). 詳細はこちらも併せてご参照いただきたい.

熊本大学 HIGO プログラム 市民公開講座報告書 公開ページ

<http://higoprogram.jp/public2016/>

東北大学 G-Safety プログラム市民公開講座報告書 公開ページ

<http://g-safety.tohoku.ac.jp/publication/>

13.4 今後の展開について

平成 29 年度に向けて, 熊本大学 HIGO プログラムと東北大学 G-Safety プログラムとは, 双方の主催イベントへの学生派遣, 共同企画の開催を引き続き検討している.

<参考文献>

- 1) 日本学術振興会, 博士課程教育リーディングプログラム,
<http://www.jsps.go.jp/j-hakasekatei/>
- 2) 熊本大学 博士課程教育リーディングプログラム「グローバルな健康生命科学パイオニア養成プログラム HIGO」, <http://higoprogram.jp/>
- 3) 東北大学博士課程教育リーディングプログラム「グローバル安全学トップリーダー育成プログラム」, <http://g-safety.tohoku.ac.jp/>
- 4) 仙台未来防災フォーラム 2017 <http://sendai-resilience.jp/mirai-forum2017/>

第14章 地表設置型合成開口レーダによる地滑りモニタリング

佐藤源之（東北大学東北アジア研究センター，（兼）東北大学災害科学国際研究所広域被害把握研究分野）

東北大学，熊本大学，情報通信研究機構(NICT)が協力して，南阿蘇村立野地区の大規模地滑り地帯を電波を利用した地表設置型合成開口レーダ(GB-SAR)を用いて遠隔的にモニタリングすることで復旧工事に伴う二次災害の予防に利用するための準備を進めている．本稿は GB-SAR 計測の概要とそれによって期待できる成果をまとめる．

14.1 地表設置型合成開口レーダ(GB-SAR)について

SAR（合成開口レーダ）は通常衛星に搭載され，地上の観測を行うリモートセンシングに使われているが GB-SAR（地表設置型合成開口レーダ：GB-SAR ジービーサー と発音）は地表に設置した合成開口レーダ装置である．このプロジェクトでは崖面の画像を 3 次的に作成し，繰り返し計測するデータから地表面のわずかな変位を捉えるために利用する．

空港などで見かけるレーダはパラボラアンテナを回転させて電波を発射し，飛行機から反射される電波の方向を捜す．SAR はアンテナを一方向に移動させながら電波を発射し，毎回反射波を受信しコンピュータに記録する．一般に SAR 装置は衛星や航空機に搭載してデータをとるが GB-SAR では地表に固定した 2m の程度の長さのレール上をレーダ装置が移動して計測を行う．計測データをコンピュータで信号処理することでレーダ画像を得る．パラボラアンテナを回す方法より，精密な画像を作ることができる．



図1 GB-SAR を設置した栗原市・荒砥沢地区の大規模崖崩れ地点

時間をおいて，繰り返し GB-SAR 計測をすることで，微小な地表面の変位計測が可能になる．これを干渉測定（インターフェロメトリ計測）と呼ぶ．干渉計測を適用すれば地肌が露出する崖面については，1mm 以下の地表面変位も計測が可能となる．

GB-SAR による崖面モニタリングでは一箇所に固定して設置したレーダから 1km 程度の範囲にわたり，見通すことができる斜面の動きを一度に計測できる．計測は最速 20 秒間隔で行うことができ，短時間のわずかな変化も見逃さない．これによって，大規模な地滑りが起こる前に生じると予想される緩やかな地表面の膨らみなどの予兆現象を捉えることができるのではないかと期待している．

従来の地滑り計測手法に比べ GB-SAR によるモニタリングには以下の利点がある。

- ・GPS, 反射鏡を利用するレーザー計測, ひずみ計, 伸張計など従来手法では, 計測ポイントが固定される. GB-SAR では変位がどこで起きているかわからなくても面的な計測ができるため有効な計測が可能である.
- ・レーザー計測では濃霧の場合計測不能である. GB-SAR では強雨以外, 昼夜, 天候を問わず計測が可能である.

14.1.2 宮城県栗原市荒砥沢でのモニタリング

東北大学東北アジア研究センターは栗原市と連携協力協定を締結し, 2008 年岩手・宮城内陸地震によって発生した宮城県栗原市荒砥沢地区において 2011 年 11 月から現在(2017 年 3 月)に至るまで GB-SAR 連続モニタリングを継続中である. 計測したデータはリアルタイムで処理し, 通常を超える地表面の変位が認められた場合, 関係者に電子メールが届く仕組みが作られている. また, 変位の状態はインターネットを通じて web にアクセスすることで, どこからでも確認が可能である. このように東北大学では自治体と連携した GB-SAR による地滑り早期警報システムの 5 年以上にわたる運用経験を持っている.

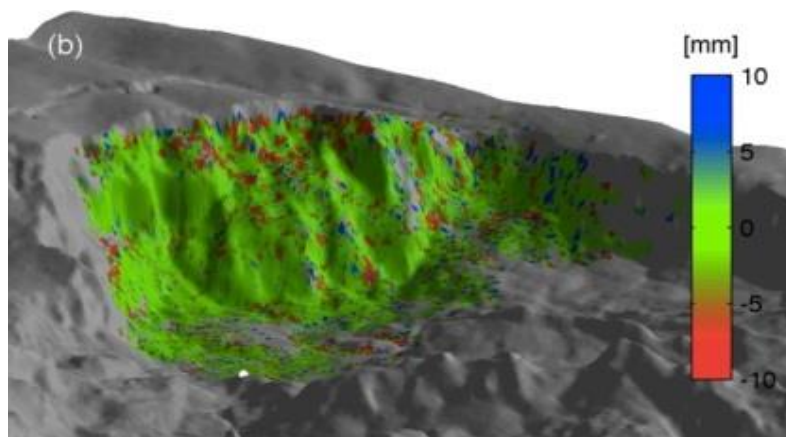


図2 荒砥沢での干渉データ. $\pm 1\text{cm}$ の地表面変位を示している.

14.2 南阿蘇村への GB-SAR 設置

14.2.1 GB-SAR 設置に至る経緯

2016 年 4 月の熊本地震によって被害を受けた熊本地域において震災復興に関する技術的な協力の可能性を探るため 2016 年 5 月に佐藤は熊本大学を訪問し, 工学部を中心とする研究者と意見交換を行った. このとき熊本大学大学院自然科学研究科附属減災型社会システム実践研究教育センターの研究者と地滑りモニタリングに関する情報交換を行った.

一方, 熊本地震で崩落した南阿蘇村立野地区の阿蘇大橋周辺で行方不明となった大学生の捜索に関して熊本県警から技術的な協力要請を受けた佐藤は 2016 年 5 月に熊本県庁災害課から現場概況の説明を受け, 2016 年 8 月に県警と現地調査を行った. 行方不明者の搭乗していた車両の周辺を金属探知機などで捜索したが, その際, 橋の崩落をもたらした大規模な地滑り地帯を観察した. 現場の状況から GB-SAR によるモニタリングが適切と考えた佐藤は減災型社会システム実践研究教育センターを通じて国土交通省 熊本地震災害対策推進室と連絡をとり, 現場での安全確保を目的とした GB-SAR によるモニタリングの有効

性を説明し、その設置について合意を得た。

また、佐藤の研究グループは GB-SAR 技術に関して情報通信研究機構(NICT)と協力した研究を進めており、その結果、東北大学、熊本大学、NICT の協力による南阿蘇村立野地区への GB-SAR 設置を行うこととした。

14.2.2 立野地区の状況

国道 57 号線から分岐し通行不能となっている熊本県南阿蘇村の国道 325 号阿蘇大橋については、国が直轄事業として災害復旧事業を進めているまた国道 57 号線についても 2016 年 12 月までは崩落地点上部からの 2 次崩落を防ぐため、無人重機による安全確保のための作業が行われ、2017 年 1 月からは崩落地点下部において、国道 57 号線復旧のための有人作業が開始されている。



図 3 立野地区の崩落現場。阿蘇大橋対岸から撮影。

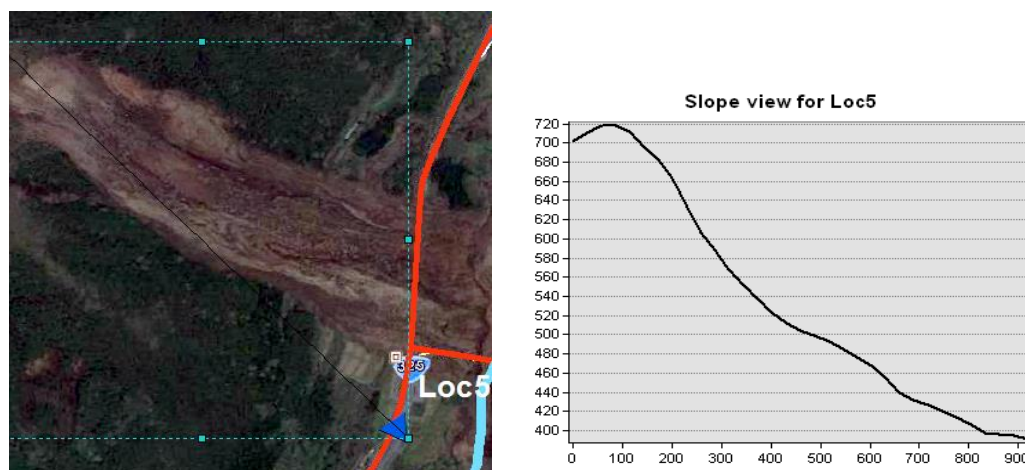
図 3 に黒川の対岸から撮影した現場状況を示す。最終的に GB-SAR 装置は交通標識の下、崩落地域の直下に設置した。

14.2.3 設置位置の選定

GB-SAR の電波は装置を設置した位置からおおよそ上下、左右 30 度程度の範囲を照射し、その範囲の計測が可能である。おおよそ人間の目で正面を向いたまま見える範囲と同じ程度の大きさにあたる。計測斜面に対してはできる限り近い位置で正対することが理想であるが実際には 500m-1km 程度に計測対象が入ることが理想である。

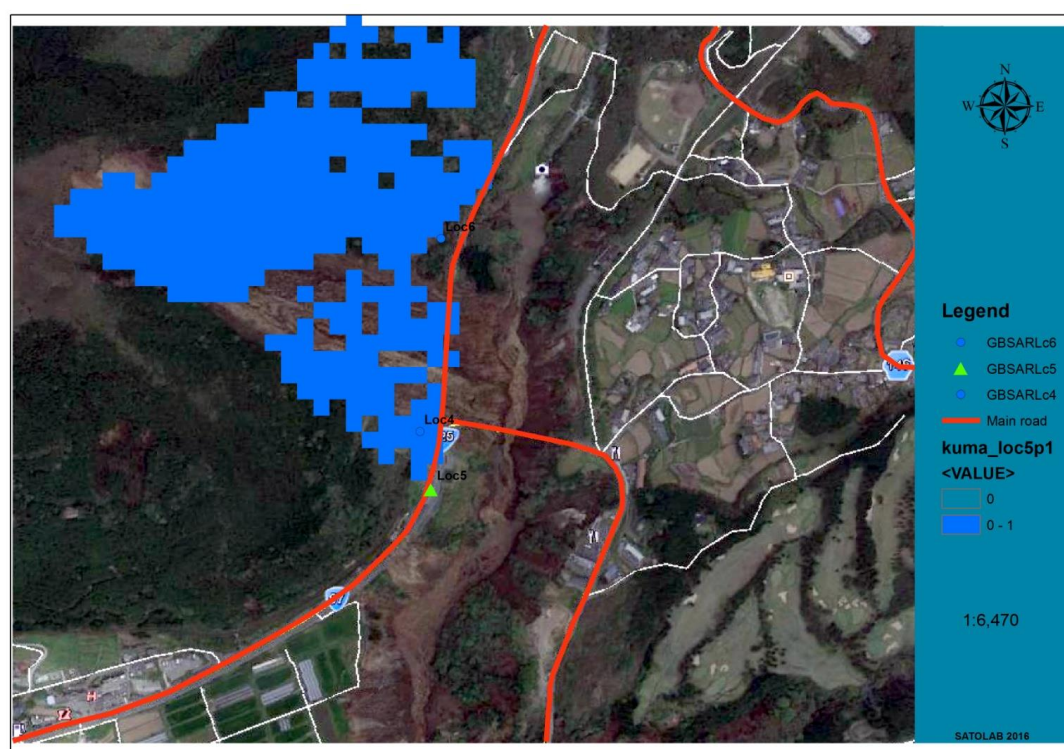
具体的な GB-SAR の設置位置を決めるにあたり、危険が予想される範囲をできるだけ広く見渡せること、装置の長期運用に電源や安全確保が行えることの 2 点から検討を進めた。まずレーダの照射範囲の点からは、図 3 に示すように黒川の対岸に設置すると崩落現場を

正面に捉えることができるが，一般人が阿蘇大橋の崩落地点までの立ち入りが可能であり，長期運用に問題があると判断した．そこで，崩落現場の直下で，できるだけ見通しの良い地点に装置を設置した場合のレーダ照射範囲を GIS を利用して予想した結果が図 4 である．



(a) GB-SAR からの視線

(b) 視線方向の斜面形状



(c) 照射予想範囲

図 4 設置候補第 5 地点

2016 年 9 月立野地区の現場を視察し，国土交通省 熊本地震災害対策推進室熊本分室と GB-SAR の設置位置について打ち合わせを行い最終的に設置場所を決定した．図 5 に示すように国道 57 号線から阿蘇大橋に分岐する T 字路の地点である．



図 5 GB-SAR 設置地点 (Google Map)

14.2.3 設置作業

現地での設置作業を 2017 年 1 月 14 日に行った。事前に GB-SAR 設置のための台をコンクリートで製作し、当日は固定するためのアンカーボルトの位置を決め GB-SAR を設置した。設置直後から計測が行える体制となった。

設置したレーダ装置（オランダ・Meta Sensing 社製 FAST-GBSAR）は GB-SAR としては世界で初めてフルポーラリメトリ計測が可能なシステムである。干渉 SAR を目的とした計測では偏波情報を直接は使用していないが、偏波情報を利用した地表物の識別などを行い、偏波情報の細密な利用を検討している。

表 1 FAST GBSAR 諸元

中心周波数	17.175 GHz
周波数帯域幅	250 MHz
偏波	VV,HH,HV,VH
開口幅	2 m
計測間隔	8 mm

また GB-SAR を駆動するための商用 100V 電源を現場作業に利用する発電機から供給していただいている。



図 6 GB-SAR 設置地点から見る地滑り地帯



図 7 GB-SAR 設置用コンクリート台にアンカーボルト用の孔を掘削



図 8 南阿蘇村立野地区に設置した GB-SAR

14.3 モニタリング

図 9 は GIS 上で予想したレーダ照射範囲と実際に計測されたレーダ範囲の比較である。両者は良い一致をみた。これは、今後災害に対して緊急に GB-SAR を設置する場合の設計方針を与える結果である。

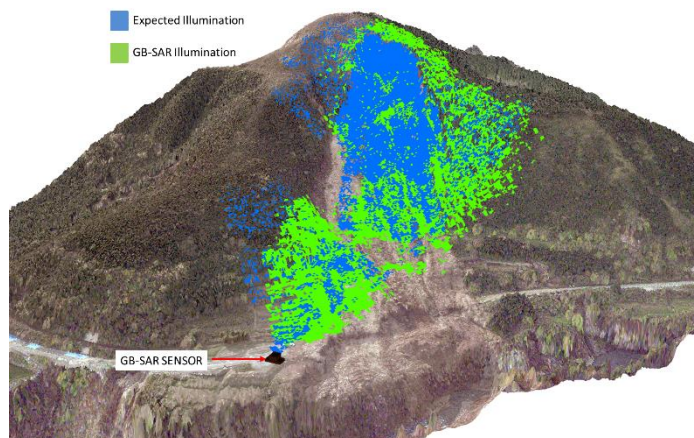


図 9 レーダ照射範囲について予想と実測の比較

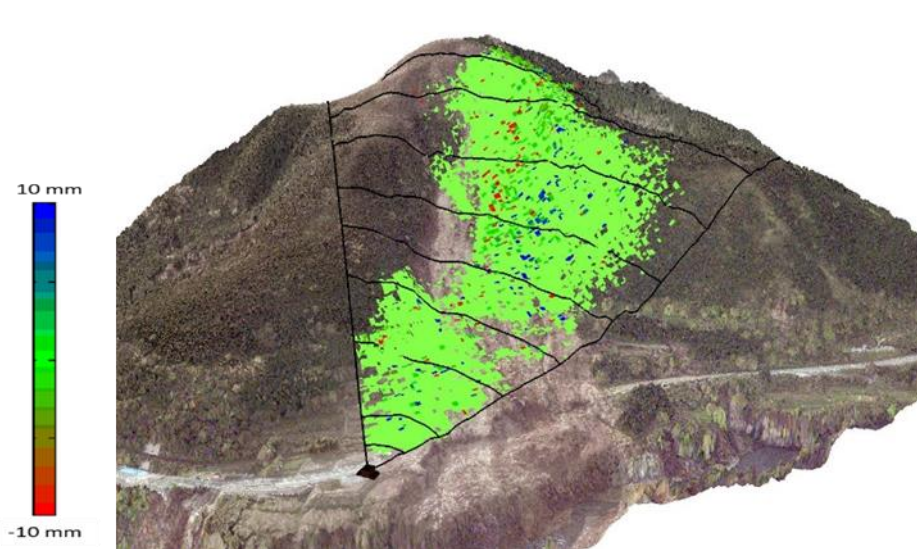


図 10 南阿蘇村立野地区に設置した干渉 SAR により求めた地表面変位量

図 10 は計測した干渉 SAR 画像の一例である。緑色は変位の無い場所、青と赤は $\pm 10\text{mm}$ の地表面変位が認められる地域である。崩落した斜面全体で、一定方向への動きが僅かではあるが計測されている。ただし本結果は気候条件による誤差補正などが行われておらず、今後校正を行う必要がある。本地域では 2017 年 2 月現在、崩落地域の下部で道路の修復のための有人工事が行われている。現状では作業員が目視で斜面の異状を確認しながら作業を行っているが、霧などにより視界が得られない場合、安全確保ができないので作業は中止している。GB-SAR による連続計測を行うことでこうした問題も解決できる。

現状ではデータを 20 秒間隔で連続計測し、全体でどのような地表面変位が現れるかを検討している段階である。できるだけ早い段階で、現場への早期警戒情報を提供する体制を確立する予定である。

14.4 まとめと提言

南阿蘇村立野地区に設置した地滑りモニタリング用の GB-SAR について現状を報告した。地滑り発生が懸念されるような状況で以下に迅速にモニタリングの体制を立ち上げること、またその情報をいかに有効に利用するかを実際に示すことが重要な目標である。

栗原市や南阿蘇村における GB-SAR による地滑り計測事業は地震など自然災害からの復興を支援する活動であるとともに、日本全国で発生する地滑りに対する防災・減災のための社会実装実験と捉えている。これによって技術展開を国交省へ働きかける。併せて東日本大震災に関係する復興支援活動など従来からの活動も、東日本大震災の経験を次の震災に活かすための準備と捉え継続する。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金(A) 26249058 ならびに内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム (S I P)「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」(管理法人：N E D O) によって実施されました。また南阿蘇の作業に関しては国土交通省熊本地震災害対策推進室 熊本分室野村総括，熊本大学大学院自然科学研究科附属減災型社会システム実践研究教育センター鳥井特任准教授，熊本大学工学部西本教授，(株)熊谷組 阿蘇無人化作業所土屋様，佐藤様にお世話になりました。ここに感謝いたします。

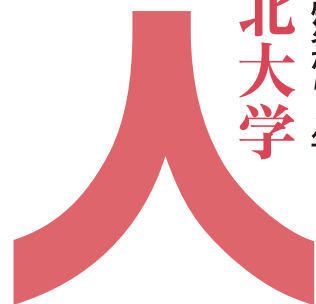
<参考文献>

- 1) Z. Zhou, W. Boerner and M. Sato, "Development of a Ground-Based Polarimetric Broadband SAR System for Noninvasive Ground-Truth Validation in Vegetation Monitoring, " IEEE Trans Geoscience and Remote Sensing, Vol. 42, No.9, pp1803-1810, Sept. 2004.
- 2) 高橋一徳，松本正芳，佐藤源之，" 地上設置型合成開口レーダによる女川町津波被害地と栗原市崩落地の観測，" 物理探査学会第 126 回学術講演会講演論文集，pp. 195-198, 2012.
- 3) K. Takahashi, D. Mecatti, D. Dei, M. Matsumoto, and M. Sato, "Landslide observation by ground-based SAR interferometry," in Proc. IEEE Int. Geoscience and Remote Sensing Symp., pp. 6887-6890, Munich, Germany, Jul. 2012.
- 4) K. Takahashi, M. Matsumoto, and M. Sato, "Continuous observation of natural-disaster affected areas using ground-based SAR interferometry," IEEE J. Sel. Topics. Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol. 6, no. 3, pp. 1286-1294, June 2013.

熊本地震から6か月、東日本大震災から5年。
熊本大学×東北大学
市民公開講座

命

自然



健康

安全

減災

社会

熊本地震を今、ともに学び考え、
そして伝える！





熊本地震から6か月、
東日本大震災から5年。

熊本大学×東北大学 市民公開講座

熊本地震を今、ともに学び考え、 そして伝える！

2016年10月8日(土)

場所／熊本大学薬学部

講演を10倍楽しむためのプレ講座

12:00～12:50 薬学部「第一講義室」

稲葉 継陽 教授

(熊本大学 文学部附属永青文庫研究センター長)

講演会

13:00～16:00 薬学部「多目的ホール」

Lecture 1 遠田 晋次 教授

(東北大学 災害科学国際研究所 / G-Safety)

Lecture 2 佐々木 宏之 助教

(東北大学 災害科学国際研究所 / 東北大学病院)

Lecture 3 稲葉 継陽 教授

(熊本大学 文学部附属永青文庫研究センター長)

Lecture 4 今村 文彦 教授

(東北大学 災害科学国際研究所長 /
G-Safety 創るユニット長)

Lecture 5 藤見 俊夫 准教授

(熊本大学 大学院自然科学研究科附属減災型社会
システム実践研究教育センター)

展示・参加体験コーナー

12:00～18:00 薬学部「宮本記念館」

主催：熊本大学博士課程教育リーディングプログラム
「グローバルな健康生命科学バイオニア養成プログラムHIGO」
東北大学博士課程教育リーディングプログラム
「グローバル安全学トップリーダー育成プログラム」

共催：東北大学災害科学国際研究所
熊本大学大学院自然科学研究科附属減災型社会システム実践研究教育センター
熊本大学文学部附属永青文庫研究センター
熊本大学「熊本復興支援プロジェクト」

後援：熊本日日新聞社



発刊にあたって

平成28年4月14日、16日に熊本地震が発生してまもなく10か月になろうとしています。被災された方々には心よりお悔やみ申し上げます。熊本大学博士課程教育リーディングプログラム(HIGOプログラム)では、発災後6か月の平成28年10月8日(土)に、東北大学博士課程教育リーディングプログラム(G-Safetyプログラム)と、市民公開講座『熊本地震から6か月、東日本大震災から5年。熊本大学×東北大学 市民公開講座 今、ともに学び考える!』を開催しました。当日は、中学生から主婦、会社員、自治体関係者など約100名の方々にご参加いただき、地震に関する5つの講演を熱心に聴講していただきました。また、別会場では、プログラム学生によるポスター発表や減災カードゲームなども楽しんでいただきました。多くの参加者から、大変有意義な内容で、これをわずかに100人だけにとどめておくのはもったいない、もっと多くの人々と共有すべきだというお声を頂きました。そういう経緯から、この『熊本地震を今、ともに学び考え、そして伝える! —平成28年市民公開講座報告書』を発刊することにしました。本書は、公共図書館等に寄贈するとともに、両プログラムのwebサイトからpdfをダウンロードし、どなたでも自由に読んでいただけるようにいたしました。是非、ひとりでも多くの皆様に一読いただき、まず熊本地震を正しく理解し、そして家族や友人に伝えていただければと思います。本書が、今後もしどこかで必ず起きる地震に対処する一助になることを祈念しています。

熊本大学HIGOプログラム プログラムコーディネーター
小椋 光





「熊本大学×東北大学 市民公開講座」開催の経緯

熊本大学 博士課程教育リーディングプログラム「グローバルな健康生命科学パイオニア養成プログラムHIGO」(HIGOプログラム)は、医学・薬学の知識をもちながら、熊本・九州・アジアで活躍できる「博士」のリーダーを養成しています。平成28年4月の熊本地震を受け、医学・薬学を学ぶ大学院として、地域に寄り添いながら、熊本復興に向けて何かをしたい!そんな思いから熊本地震への対応や復興について学ぶインターンシップなども実施してきましたが、地震の専門家ではないため、単独でできることは限られていました。一方、東北大学「グローバル安全学トップリーダー育成プログラム」(G-Safetyプログラム)は、地震などに関する研究や震災からの復興現場での活動などで多くの実績があり、今回の熊本地震に際しても支援や調査、情報発信などを積極的に行ってきました。ともに文部科学省に採択された「博士課程教育リーディングプログラム」の仲間です。

そこで、平成28年10月8日、熊本地震から6か月を迎える時期に、熊本地震を経験した熊本大学のHIGOプログラムと東日本大震災を経験した東北大学のG-Safetyプログラムが、医学・薬学・理学・工学・文学の知を集め、地域の方々とともに、健康・安全・防災・減災について考える機会として、「市民公開講座」を開催しました。

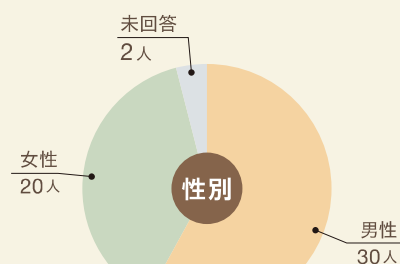
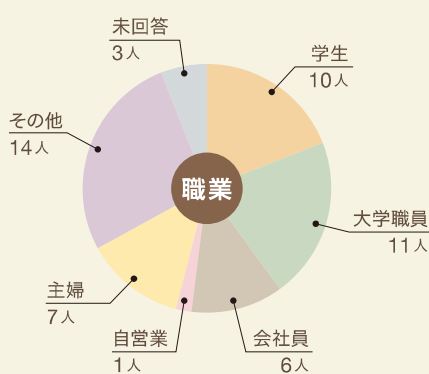
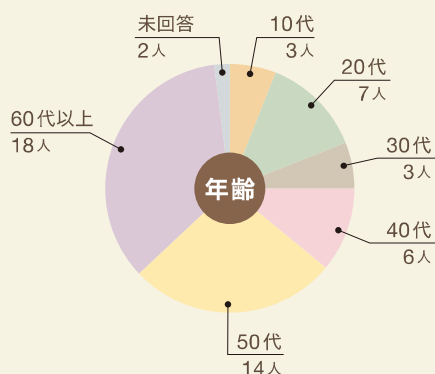


(左)
東北大学 G-Safetyプログラム プログラムコーディネーター
東北大学大学院工学研究科 教授
湯上 浩雄

(右)
熊本大学 HIGOプログラム プログラムコーディネーター
熊本大学発生活医学研究所 教授
小椋 光

市民公開講座 参加者

■プレ講座 参加者 46名 ■市民公開講座 参加者 95名 ■アンケート票回収 52名





2016年熊本地震はなぜ、どのように起こったか？ これからの内陸地震を予測するために 熊本地震から学ぶこと

東北大学大学院理学研究科前期博士課程卒業(修士)、
(財)電力中央研究所、東京大学地震研究所助手、(独)
産業技術総合研究所活断層研究センター研究員、京都
大学防災研究所准教授を経て2012年10月より現職。
博士(理学)。著書は「連鎖する大地震」ほか。

【専門分野】地震地質学、活断層研究、余震や地震の
誘発作用の研究

熊本地震の特徴

熊本地震は「活断層型」の地震であり、21年前の阪神淡路大震災以来の大きな地震となりました。まず、2016年4月14日午後9時26分のマグニチュード(M)6.5の地震が発生し、益城町で震度7を記録しました。その後活発な余震が続く中、16日午前1時25分にM7.3の「本震」が発生し、益城町は再び震度7の激震に見舞われました。さらに、阿蘇市や別府市などでもM5クラスの誘発地震が多発。このように、熊本地震は地震の「連鎖性」でも特徴づけられます。

熊本地震はなぜ起きたか？

熊本地震が発生した九州中央部には別府から阿蘇を経て島原に抜ける別府一島原地溝帯という大地の裂け目が分布します。多数の火山とともに活断層が密集する地域です。この地溝帯には南北に引っ張る力が働いていて、九州北部と九州南部は年間約2cmのスピード

(爪が生える速度よりも少し遅い)で離れています。今回の熊本地震は、この地溝帯の南縁にある布田川断層と日奈久断層で発生しました。

熊本地震が起こることは、 ある程度予測されていた

研究者たちは、熊本地震が起こる可能性について、全く知らなかったわけではありません。

活断層は、日本全国いたる所に分布し、その数は2千を上回ると言われています。中でも主要なものは100以上あり、政府が着目して調査を続けています。その中には、今回の熊本地震を起こした布田川断層と日奈久断層も含まれていました。

活断層はどのように定義される？

1回の内陸地震で生じる地面のずれは規模によって異なりますが、M7で2～3m、M8では10m弱程度です。過去

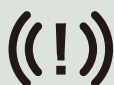
数万年～数十万年間にわたって熊本地震のような内陸直下地震を何度も繰り返した結果、崖や川・尾根の「ずれ」が地形に現れます。これが活断層であり、将来の大地震の震源地です。地形を丹念に調べると、過去の断層の動きがわかり、活断層の分布を表すマップを作ることができます。

今回の熊本地震で断層がずれ動き始めたのは、熊本市中心部から南東5km。ちょうど布田川断層と日奈久断層の接合部付近です。4月16日に発生したM7.3熊本地震では、その地震を起こした断層本体が地表に現れました。北北東～南南西に延びた、長さ約30kmの地表地震断層で、阿蘇カルデラ内にまで出現していました。

熊本地震の断層の動きは 「右横ずれ」

今回の断層の動きは、断層を挟んで向こう側の岩盤が右にずれるという「右横ずれ断層」です。布田川断層が走っ

Take-home message



震度7は基本的に活断層+軟弱地盤で生じる。両者の分布について、地震ハザードステーションを見せながら啓発すべき。



地震は連鎖する。余震は地震の誘発現象であり、余震域に本震よりも大きな断層があると、余震の一つが本震よりも大きくなる(結果的にこちらが本震に)。



内陸地震の余震活動は50～100年続く。熊本市直下で今後も地震は続くだろう。M7程度の地震を起こすような大きな断層も存在。耐震化率を上げるなど、早急な対応が必要。

ている益城町の水田、住宅街付近の水路や日奈久断層が分布する御船町の畑などで、右横ずれ断層が確認されました。今回の熊本地震では、基本的にはこのような横ずれの断層が主体でしたが、西原村では断層が縦にずれる「正断層」も見つかっています。

活断層のある場所が揺れるとは限らない

興味深いことに、益城町の住宅街では水路部分に断層が走っているにもかかわらず、近隣の木造住宅の倒壊がありませんでした。つまり、活断層のある場所が必ずしも揺れるとは限りません。

一方で、地震の揺れではなく「断層のずれ」による建物・構造物の倒壊、ダムの決壊などの被害が起こる場合があります。例えば、地震直後、西原村の大切畑ダムでは、決壊のおそれがあり、避難勧告が出されました。当初は地滑りや地震の揺れによる決壊が懸念されていましたが、実は、断層が走っていることが確認されました。

数年前から全国各地の活断層マップが出版・公開されていますが、私たち研究者が予測していた断層と実際に現れた断層が完全に一致する箇所もあれば、一致しない箇所もあります。地面にどの程度のずれが出てくるかを正確に予測することは、まだまだ難しいというのが現状です。



畑の畦道の右横ずれ (益城町堂園)

震度7の激震は活断層 + 浅いところの軟弱な地盤で生じる

4月14日のM6.5の地震、4月16日のM7.3の「本震」の際、震度7の揺れが観測されました。同じ地域が28時間を隔てて震度7を2度も経験したことは、非常にまれな例です。

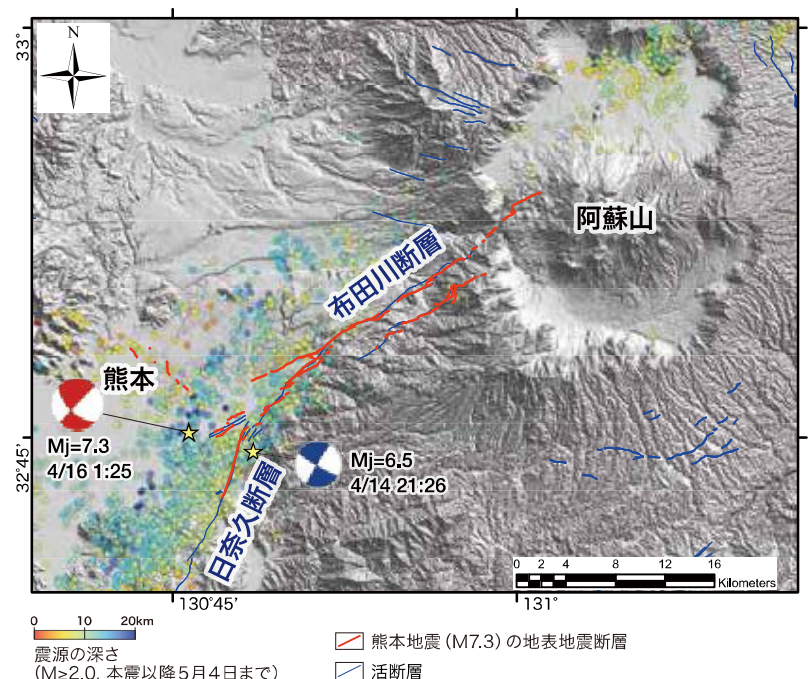
地震の被害の大きさには、地盤の条件も関係しています。地下の活断層が揺れの震源となりますが、地表の軟弱な地盤のところで揺れが大きくなり、建物の崩壊に至ります。

地下を深く掘ったところにある硬い岩盤では弱い揺れで済むため、トンネルや地下の施設は意外と安全です。しかし、地表付近の軟弱な地盤では、揺れが大きくなります。防災科学技術研究所のデータによると、最初の14日、次の16日の地震のとき、益城町では、重力加速度(1G=981gal)を超える大きな揺れが地表を襲いました。しかし、深度255mでは、地表に比べて5分の1程度の揺れで非常に小さくなっていました。このことから、地表の地盤条件がいかに揺れに影響を与えるのかがわかります。

益城町と西原村では、木造住宅を倒壊させる1秒程度の短い周期の揺れが非常に多く発生し、直下から減衰することなく住宅地を直撃しました。この周期1秒の地震波はキラーパルスと呼ばれ、木造の一戸建て住宅を倒すパワーがあります。本来は木造住宅の固有の周期は0.2秒程度なのですが、最初の揺れでダメージを受けると周期が1秒程度にまで伸び、その後の揺れで共振して倒れるというメカニズムです。今回このキラーパルスの値は阪神淡路大震災以上でした。活断層から出た特殊な波により、沢山の建物が倒壊しました。

今後は内陸地震のハザードを国民にうまく伝えていくことが必要！

政府は以前から、熊本での地震の確率がある程度あることを把握していましたが、国民にはその情報が十分に伝わっていませんでした。皆さんがよく目にする地震ハザードマップは、南海トラフなど海溝型地震の予測に適していますが、内陸地震の危険度の評価には適してい



4月16日熊本地震 (M7.3) の地震断層の分布

ません。例えば、活断層が動いた場合の震度予測の分布図を見ると、震度6弱以上に見舞われる確率の高い地域は太平洋側に広がっています。しかし、最近20年間に起こった内陸地震の多くは、赤色の危険地域ではなく黄色の比較的安全な地域で発生しています。内陸地震の場合、防災科学技術研究所のJ-SHIS地震ハザードステーションで地盤の揺れやすさなどを把握しておく必要があります。九州の中で熊本・益城あたりは、地盤が非常に揺れやすく、内陸地震の危険度が高いところです。このような情報を国民にうまく伝えていくことが今後の課題です。

余震の方が揺れや被害が大きくなる場合もある

今回の一連の熊本地震では、最初のM6.5地震が「前震」、28時間後のM7.3が「本震」とされていますが、そのような定義や地震発生の流れに必然性はありません。余震発生域に最初の本震よりも大きな断層が存在し、その動きが誘発されると、結果的に余震（後から起きる地震）のほうが大きくなります。結果として、後付けで最初のM6.5を前震とラベル付けしているに過ぎません。

実は、今回の熊本地震のような事例は世界にもいくつか見られます。2002年の米国アラスカ州のデナリ断層地震では、まず10月23日にM6.7の地震が

起き、その余震が続いていましたが、同じ地域で11月3日に、より大きいM7.9の地震が起きています。通常、本震が起きた後に余震が起き、その規模は小さいと考えがちですが、後で起きた地震の方がより大きくなり、結果的に「本震」になる可能性もあるので、十分注意が必要です。

熊本地震の後、 大分でも地震が起き、 未だに熊本で余震が続いているのはなぜか？

地震は地殻に長年蓄積された歪みが地震動として解放される現象です。活断層の一部がズレ動き地震が発生すると、動いた断層の両端で地盤が大きくひずみ、その周辺で小規模な地震が発生しやすくなります。こうして地震はつながり「連鎖」していくと考えられます。

M7.3地震以降に熊本や大分で続いている余震は、震源となった布田川断層の運動による急激な応力変化（周辺地域の力のバランスが崩れたこと）で説明できます。地震の前後での地面がどの程度ずれ動いたかをGPSで観測したところ、別府―万年山断層帯を隔てた2点間（例えば宇佐市と竹田市）の距離は、突然の熊本地震により10秒で4cmも離れたことがわかりました。通常はじっくりと時間をかけて1年で2cm弱離れていたので、いかに大きな変動かがわかり

ます。こうした急激な地面の動きにより地震が誘発されたと考えられます。

今後も続く内陸地震の余震活動には十分な注意が必要

4月16日（M7.3）以来、熊本平野・八代平野・島原湾における余震活動は徐々に減っており、体に感じない程度の揺れで済むようになっていました。ただし、地震の数自体が減っても周辺に大地震を起こす活断層が無くなったわけではありません。また、数年先か数十年先かまでは予測できませんが、地震計で検知できる小さな余震は今後も長く続きます。その中で大きな地震が起きる可能性もあります。

また、M5～6程度の余震でも熊本市街直下で起きれば被害に繋がります。たとえば、ニュージーランドで2011年2月に発生したクライストチャーチ地震は非常に大きな被害をもたらしましたが、実は、半年以上前に起きたカンタベリー地震の余震なのです。現在、熊本から八代にかけて地震が頻発していますが、余震をあなどらず、耐震化率を上げる、いざ災害が起きた時に助け合える「共助」のシステムづくりを進めるなど、十分な注意と早急な対応が必要です。



J-SHIS 地震ハザードステーション
<http://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>



参考書籍

活断層地震はどこまで予測できるか
日本列島で今起きていること
（講談社 ブルーバックス）

Lecture 2

Hiroyuki Sasaki

東北大学災害科学国際研究所
佐々木 宏之 助教



山形大学医学部医学科卒業、山形県立中央病院外科などを経て東北大学大学院修了、博士（医学）。高萩協同病院外科、東北大学病院胃腸外科を経て2013年より東北大学災害科学国際研究所災害医療国際協力学分野にて現職。

【専門分野】外科系臨床医学、消化器外科学、災害医療機関の受援計画、事業継続計画

熊本被災地へ！ 東北大学病院災害派遣医療チーム（DMAT）の 医療支援活動 一ひとりでも多くの命を救うために

はじめに

私は災害医学を研究しています。4月に熊本地震が起き、DMATの活動で南阿蘇村にお邪魔したほか、5月の日本集団災害医学会派遣の折には益城町で約1週間活動を行いました。今回は4月のDMATの活動についてお話します。

阪神・淡路大震災の経験から、日本では以下の4本柱で災害医療体制の整備がすすめられてきました。

1. 災害医療を担う災害拠点病院
2. 急性期に被災地に入りすぐに医療支援できるDMAT
3. けが人や重症患者を搬送するための広域医療搬送計画
4. 医療情報を共有できる広域災害救急医療情報システム（EMIS）

その中でDMAT（Disaster Medical Assistance Team: 災害派遣医療チーム）は、災害急性期に活動できる機動性をもち、専門的な訓練を受けた医療チームと定義されています。

「防ぎえた災害死」を 少なくするためのDMAT

災害が発生すると、救急医療と後方搬送（負傷者や患者を、災害が及んでいない地域などに搬送する）のニーズが生じます。しかし、これらのニーズは、発災後、時間の経過と共に減っていきます。これは傷病者の生存可能性が減ることを意味しています。

阪神・淡路大震災以前は、従来型の医療救護班の到着を待っていると、時間のギャップが生じ、「防ぎえた災害死」が発生してしまうという問題がありました。そこで、阪神・淡路大震災以降は、発災直後から現場で医療活動を行えるDMATを作り「防ぎえた災害死をできるだけ少なくする」ことを目指しています。

DMATでは標準的な教育を受けた個人が迅速な出動ができるように常に準備をしています。また、複数のDMATが連携し、組織的な活動ができることも特長です。1チームは医師1名、看護師2名、業務調整員1～2名の計5名程

度で構成され、1チームの活動時間はおよそ72時間です。

DMATから医療救護班への変遷

熊本地震では、4月14日の地震発生後、DMATが即座に派遣され、4月16日には250名のチームが熊本に展開しました。その後、DMAT以外の医療救護班の数が徐々に増え、4月下旬にはDMATからその他の医療救護班へと役割が引き継がれ、医療救護班は、その後も長期間にわたる活動を続けました。4月14日から5月末の間、DMATは約2,000名、医療救護班は6,420名が活動しました。

熊本地震に対する 東北大学病院DMATの活動

4月16日の本震を受け、午後4時に当院を含む東北ブロックのDMATに日本DMAT第2次隊としての派遣要請が発出されました。同日午後7時には航空自衛隊松島基地（宮城県）を出発、翌4月17日未明に

熊本地震 DMATから医療救護班への変遷



平成28年9月9日厚生労働省
第4回医療計画の見直し等に関する検討会資料 熊本地震報告（一部追記）

災害医療とは直接関係ないかもしれませんが、
同じく災害を経験した地域の人間として…

熊本のみなさんの経験を他地域、
後世の人々には是非お伝えいただきたい！！
「ひとごとではないんだよ。」
今、ともに学び、考え、伝える！



Take-home
message

参集・活動拠点本部となった大分県竹田市の竹田医師会病院に到着しました。

DMAT東北ブロック8チームの任務 —熊本県の阿蘇地域を 大分側からカバーする

阿蘇大橋が崩落し、熊本市から阿蘇地域に入ることが困難だったため、阿蘇地域を大分側からカバーすることになり、以下の3つのミッションが課せられました。

1. 阿蘇医療センターのサポート・拠点化
2. 必要に応じて立野地区での避難所設営
3. 地域全体の避難情報の収集

阿蘇山の北側に位置する阿蘇市エリアと南側に位置する南阿蘇村エリアの二つに分かれて活動することになり、私たちのチームは南阿蘇村エリアを担当しました。

4月17日 朝

熊本県南阿蘇村久木野庁舎でのミーティング

行政、自衛隊、消防、警察などの関係機関と情報共有を行ったところ、急性期の医療ニーズが少なかったため、2番目のミッション（立野地区の救護所設営）は保留となりました。

南阿蘇村役場白水庁舎へ移動

指定避難所の建物が崩壊し、使用できなくなったため、様々な規模の自主避難所

ができていました。しかし、各避難所では、人数、環境、衛生状態、物資などの詳細情報は不明でした。土地勘のない支援者にとっては、ローラー作戦を展開しても発見が難しく、詳細の把握に時間がかかりました。その時、「ボタン一つで人数や物資の状況がリアルタイムに誰かに伝わるシステム、例えばスマホのGPSを活用したシステムなどがあると良い」と感じました。

特別養護老人ホーム「陽ノ丘荘」 搬送ミッション

4月17日 夕方

竹田医師会病院でのミーティング

翌日も引き続き避難所の情報収集を行うことが確認され、また、

「ある特別養護老人ホームに利用者があふれスタッフが疲弊している」との情報が提供されました。



陽ノ丘荘からの搬送
ミッションの様子

4月18日 朝

南阿蘇村久木野庁舎でのミーティング

「南阿蘇村の陽ノ丘荘を見に行き、必要に応じて後方搬送を検討してほしい」という要請がありました。

「陽ノ丘荘」は崩落した阿蘇大橋から約2kmの地点にあり、周囲には土砂崩れが頻発していました。通常定員が100名の施設に近隣からの避難も含め140名の

高齢者が居住している状況にもかかわらず、阿蘇大橋の崩落によりスタッフが通勤できず、通常の1/3～1/2以下のスタッフで介護を行っていました。ライフラインはガス（プロパン）を除き途絶、発熱者あり、特別食・薬剤もなく底をつく、スタッフ数が少ないため疲労の色が著しいなど、東日本大震災を経験した私たちは、「陽ノ丘荘」が数日以内に危機的な状況に陥るだろうと判断しました。施設幹部の方々と相談し、病状の重篤な入居者を医療機関へ搬送することにしました。100歳を超す超高齢者、認知症・寝たきり入居者の中から、症状があり且つご家族の同意が得られた15名を約50km離れた大分県竹田市の竹田医師会病院へ医療搬送しました。

4月19日 朝

南阿蘇村白水庁舎での 災害医療コーディネート会議

4月18日の陽ノ丘荘ミッションについて報告、地元の保健師さんに福祉介護施設の情報収集を依頼しました。東日本大震災の振り返り調査の中で「病院で検出された“防ぎえる災害死”を減らすためには、避難所・介護施設などに医療が早期介入することが必要」という結論を出していたので、災害時の保健・医療に携わる組織同士の会議で、そのような教訓や要望を伝えることができて良かったと思います。次隊DMATへの引き継ぎ後、昼前に南阿蘇村を後にし、仙台への帰途につきました。

陽ノ丘荘ミッションで 「できたこと」 「できなかったこと」

「できなかったこと」は目につきやすいですが、「できたこと」もしっかりと評価し、次に伝えることが大切だと思います。

できたこと

- 福祉介護施設への早期介入
- 陽ノ丘荘の状況把握、施設職員との共通認識
- 施設職員と協働し、重篤患者を抽出。搬出計画の立案、実行
- 要支援者のいる施設への早期介入の要請

できなかったこと

- 確実な通信手段の確保（衛星携帯電話も一時通じず、伝令を出した）
- 速やかな搬出計画の実行
- 周囲福祉介護施設へのアプローチ
- 施設職員負担軽減のための確実な計画立案・実行



熊本城の震災の歴史 —「今から」を歴史にするために過去に学ぶ

立教大学大学院文学研究科を経て文学博士。2000年4月に熊本大学文学部助教授、2009年から熊本大学文学部附属永青文庫研究センター教授。2014年より同センター長。著書は「戦国時代の荘園制と村落」「永青文庫叢書 細川家文書 中世編」ほか。「永青文庫叢書 細川家文書 中世編」で、永青文庫研究センターとして、第32回熊日出版文化賞を受賞。

【専門分野】日本中世史・近世史。とくに戦国時代の社会構造研究。

はじめに

古文書から熊本震災の歴史を知る

熊本大学の附属図書館では、熊本藩主を200年以上つとめた細川家に伝来した莫大な量の美術品や歴史資料（古文書・古記録）などの大半をお預かりしています。私が所属する永青文庫研究センターは、熊本地震から半年の間、これらの膨大な古文書の中から、過去の地震などの災害の被災や復興の記録を検索し、調査を続けてきました。

世界の中で、日本ほど、前近代の古文書などの資料を現在に伝えている国は珍しいです。永青文庫では細川家のような支配層の屋敷や役所に蓄積されていた古文書を保管していますが、民間でも沢山の古文書が蓄積され、現代まで伝えられています。しかし、その99%ぐらいは文化財指定を受けていません。そのため、今回の地震では、民間のお宅で保管されていた多くの資料が被災してしまいました。そこで私たちは、地震

直後から、民間のお宅で管理されていた古文書の救済などのボランティア活動も行い、それらの記録の保全につとめてきました。この講演では、今回の熊本地震でシンボル化されている「熊本城」の震災の歴史について、調査に基づいたお話をしたいと思います。

熊本地震の社会的な記録を後世に伝えたい

私は栃木県の出身で熊本大学に赴任して十数年になります。「熊本には地震が起こらない」と言われてきましたが、今回の熊本地震を経験した後に初めて「実は明治22年に熊本で大きな地震が起きていた」ことを知りました。その10年少し前に起きた西南戦争についてはそれほど語り継がれているのに、なぜ地震については社会的な記録が跡形もなく消えてしまったのか？今回の熊本地震もこれから「歴史」に変わっていくはずですが、災害の社会的な記録を後世に伝えなければならぬと思いました。そこで、永青文庫の

研究の守備範囲である「江戸時代以前」の震災の歴史について可能な限りまとめるため、同僚と一緒に調査をすすめました。

江戸時代の熊本城は常に被災し、被災と修復を繰り返してきた！

熊本地震で被災した国特別史跡熊本城の修復には、数十年かかると取り沙汰されています。どのような根拠・判断で流れた情報なのかは不明ですが、私たちはこの時間をどう捉えたらいいのでしょうか？熊本城が“現役”だった江戸時代の震災と修復の歴史から、私たちの熊本城との向き合い方を考えてみましょう。

1. 寛永2年(1625)の熊本大地震

加藤清正が熊本城を「完成」させた慶長12年(1607)からたった18年後、熊本城は大地震によって壊滅的被害を受けていました。地震発生から1か月後、当時、小倉藩主だった細川家から肥後にお見舞いの使者を派遣。その使者からの報告を奉行所の書記官が記録



- どこかが破損し修復工事が断続的に行われているのが城の本来の姿。
- これから始まり、様々な困難に直面するであろう修復工事の過程も、まさに熊本城の歴史の一部となりうる。
- そのためには、国特別史跡熊本城の文化財としての本質的価値を毀損するような拙速な工事は絶対に避けるべき。



Take-home
message

よろずおぼえがき
した資料が「**萬覚書**」(永青文庫)です。

「萬覚書」(永青文庫)に見られる

6月17日熊本大地震と熊本城

①地震発生は6月17日夜

②熊本城天守、「城中の家」がことごとく崩壊

③城中にて50人が即死

④「煙硝倉」=火薬庫(煙硝8万斤=48t備蓄)が出火爆発、5町8町四方(周囲500~800m)の家がことごとく吹き飛び、周囲6里5里(3~4km)に石垣の石材や屋根瓦が飛んだ

⑤重臣の家も被災し、修理を進めている。「城」の修復については「江戸」(幕府)に許可申請している

関東大震災後、歴史学者が過去の地震文献について活字にして本に編纂するという作業が行われました。その中には「萬覚書」も収録されていましたが、孫引きのような形で引用されており、様々な読み間違いなどもあったため、今回改めて解説されました。

その中で、寛永2年の熊本大地震は当時、2016年熊本地震で崩れた熊本城の石垣と同等の被害を受けたのではないかと推測されます。

2. 寛永9年(1632)12月、 細川忠利熊本入城時の状況

*天守閣は再建されていたが、建物の屋根は雨漏りし、塀はボロボロだった！忠利が小倉藩主だった頃、幕府に申請しながら城の修復を繰り返してきたが、熊本城は塀さえも修復できておらず、穴も空いていた。

*寛永10年(1633)5月にはまた地震が発生、忠利らは本丸には居られず。「地震屋」という耐震性のある特殊な構造の建造物(彦根城にはひとつ残っている、今後調査する予定)が必要。

*同年8月5日 忠利、幕府に提出する熊本城の工事申請目録を作成(永青文庫「御自分御普請」)

①石垣工事申請…小天守の下北の方、石垣252坪(長さ36間 高さ7間)

ほか、全25ヶ所 合1503坪

②塀普請申請…本丸北出口上りの塀22間ほか、全4ヶ所 合113間

【当時の状況】

寛永2年地震の被害を修復しきれぬまま7年後に加藤家は改易となり、熊本城は細川家に引き継がれた。忠利は、相次ぐ地震、水害、落雷の中、幕府の許可を得ながら、石垣や塀などの大規模工事を進めねばならなかった。

3. 熊本城の復旧と 熊本藩の政治・行政

*大名仲間(宮崎 延岡藩の有馬直純)から城普請について相談された細川忠利いわく

…「石垣の築き直しは無用！危ない所だけ処置すれば良い。城が見苦しいのはどこでも同じ！」

*寛永15年9月、肥後国内での牛の大量死に直面した細川忠利の大名仲間への手紙

…「熊本城の堀・石垣・櫓など幕府の許可を得て、すみずみまで復旧工事を命じていたが、こんなに牛が死んでいるのでは、百姓たちが工事にあたるのは無理だろう。まずは城の工事を止めて、百姓の麦の作付けを待たちに援助させようと思う。政治とはどうにもうまくいかないものだ」

【当時の状況】

・城は壊れているのが当たり前。その修復工事はあくまで藩にとっての政策課題の一つに過ぎず、むしろ民政優先が幕政も含めた江戸時代の政治の理想。
・倒壊・焼失した天守閣が再建されなかった城は意外に多い：江戸城、大坂城、金沢城、八代城etc.

細川忠利の書状に見る熊本城の修復と地震

○寛永9年(1632)12月25日

(伊丹康勝宛、『細川家史料』16-1871)

熊本城普請之儀者、下々有付候時分、緩々と可得御意と存候、塀など落候所八、小倉にてのごとく繕申度候、但小倉之儀八度々得御意候ての事に候、熊本八へいも直し不申分にて可有之候哉、屋ねのもり、へいの六八繕申にて可有之と存候通、丹後殿・讃岐殿・大炊殿などへも御物語候て可被下候、能かけん頼入候

○寛永10年(1633)5月11日

(狩野是斎宛、永青文庫『部分御日記 災変部』)

一、熊本地震之事、少ツ、切々洵候へとも、此程八遠のき候、あふなく候て、庭のなき本丸に八被居不申候、本丸二八二条敷者有之庭八無之、四方高石垣、其上矢倉、天主、中ノあふなき事二て候事一、罷下得 御意、地震屋を仕候庭を取不申候へ八、本丸に八被居不申候、此由柳生殿へ物語可申候事

○寛永11年(1634)8月30日

(有馬直純宛、『細川家史料』18-2550)

御門わき石垣、はゞ五六間程くミ申候由、如元可被仰付哉と被仰越候、中々御無用二而御座候、道へ崩かり候ハ、人の通候道御座候程に御引のけ候而、少もノ石垣御築直之儀御無用二而御座候、城之見苦事八何方も同前儀候、不被得御意候而ハ、少之御普請も御勘忍、御尤候事

○寛永15年(1638)9月5日

(小笠原忠真宛、『細川家史料』24-4829)

熊本堀・石垣・矢倉など普請之儀、右得御意候へ八、可申付之由度々御奉書被下候へ共、有馬事彼は普請不仕候間、又得御意候へ八、連々二可申付之由御老中ノ被仰越候、忝存、只今はしノ普請申付候へ共、か様二生死候てハ、百姓透たと作候儀■成間敷候間、先普請を止、麦の時分者百姓の手前共二すけさせ可申と存候候、何共仕置二仕兼候事



東日本大震災・熊本地震の経験から復興へ —経験を教訓に変え、次の世代に つなげるために

東北大学大学院博士課程修了。2000年より同大学院工学研究科附属災害制御研究センター教授、2014年より現職。津波数値モデル移転国際プロジェクト責任者。東日本大震災復興構想会議検討部会などのメンバー、気仙沼市中島海岸・津谷川災害復旧事業に関する検討会委員長。2014年NHK放送文化賞、2015年文部科学大臣表彰、2016年防災功労者内閣総理大臣表彰。

【専門分野】津波工学、津波防災・減災技術開発、津波被害調査など

教訓とは？

熊本地震から半年。多くの経験を教訓に変え、伝え、後世につなげていくことが必要です。

「教訓」とは「おしえさとすこと」であり、自分にとって得るものがあることです。さらに、防災・減災においては、過去の経験の中で、将来あるいは他の地域でも役立つ知識や知見を教訓とよんでいます。

2011年3月11日

—東日本大震災で得た主な教訓

私たちは3.11から以下のことを学びました。

- ・災害時にどのような危険があるかを評価し、それを住民に理解してもらうこと
- ・特定の地域や期間の中で、地域ごとの考え方や役割を考えながらリスク管理を行うこと
- ・災害時の緊急支援体制や緊急対応、復旧の際の情報発信、コミュニケー

シジョン管理について事前に対策を講じておくこと

そして「過去の災害からの教訓を後世に記録として残すこと」です。そこで、SNSなど様々な新しい媒体を活用して新しい「伝え隊」を作りたいと考えています。

個々の災害の経験を記録に残し、伝える

私は津波の研究をしています。3.11、あの日あの時刻の災害を研究して得られる知見は「普遍的」ではありません。それでも記録として残しておくことが大切です。

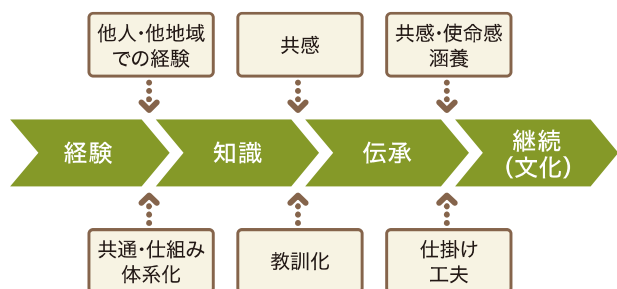
内閣府の「一日前プロジェクト」では、地震や水害などの被害に遭われた方々に「災害の一日前に戻れるとしたら、あなたは何をしますか」と問いかけ、それぞれのお話や体験談の中から気づきを得ることを目的としています。

例えば、今回の熊本地震と3.11東日本大震災や他の地域の他の災害などについて、一日前プロジェクトで得られたエピソードや自分が直接経験したことな

ど、個々の経験を共有することが教訓への第一歩です。そして、それらの経験の中から共通項、仕組みを学び、より普遍的内容を「教訓」として伝えることが「伝承」です。伝承された教訓は、いつしか生活に溶け込み、定着し、防災文化として世代を超えて受け継がれていきます。震災の体験を忘れないように伝えていく「震災伝承モデル」は、いつかまた忘れた頃にやってくる災害への備えにもなります。100年先、1000年先までも伝えるには、人々に共感してもらうための工夫や「これを伝えなければ」という使命感も必要です。私たちは、そのような視点で研究活動を行っています。その原点ともなった3.11を振り返ってみましょう。

3.11を振り返る！

2011年3月11日にマグニチュード9の地震により巨大津波と福島原発事故が連鎖的に発生した東日本大震災。宮城県沖では、震災前から、30年以内に



【震災伝承モデル】

日本では、今後も様々な災害が発生し、想定を上回る場合もある

Take-home message

「過去の経験・教訓は重要。
しかし、固定してはいけない」
「生きる力をつける！」



大きな地震が来ることが予測されていたため、耐震化などの対策を講じていました。ただし想定されていた地震の規模はマグニチュード7.5または8程度であったのに対し、実際の地震はマグニチュード9、世界で4番目という想定外の規模となりました。

さらに、その後に60mを超える大津波が来襲。地震発生3分後の14時49分に発表した津波警報第1報では、予想される津波の高さは宮城県で6m岩手県や福島県では3mでした。しかし、地震発生から20～30分後に到達した津波の規模は場所によっては10倍以上となりました。

なぜ津波の規模が過小評価と なったのか？

1) 当時の地震の規模の評価

警報は、3分間揺れている間に強震計で測定して発せられました。強い地震は長時間、長周期で揺れます。その3分間の記録がM8.3でした。実際はM9だったので、10倍以上の誤差が生じています(マグニチュードは地震エネルギーを表す尺度で、0.2違うと2倍、1違うと32倍のエネルギーになる)。推定した地震規模により津波高さの予測が過小評価となったことは避難の遅れにもつながったと考えられます。

2) 過去400年の記録から 宮城沖地震を予測する

三陸沿岸では、過去に何度も津波の来襲があったので、様々な対策をしてきました。しかし、宮城県牡鹿半島より西側(仙台湾)では地震・津波が少なく、対策が不十分でした。

過去400年の地震・津波の記録をたどると、宮城南部から福島までの記録は殆ど残っておらず、400年以上前に遡ると、断片的な情報しかなく、評価できていませんでした。

3) 牡鹿半島の役割

牡鹿半島は、人工的な防波堤の役割を果たし、仙台南部、東松島、石巻を守ってくれていました。しかし、今回は津波が南北に大きく広がり、福島、仙台南部などでも被害がありました。牡鹿半島は、下からくる津波に対しては、防波堤というよりもむしろガイド(津波を導く)の役割を果たしたといえます。このように、津波の被害は、発生する場所や状況によって大きく変わります。

強勢の津波が来襲したことで、土砂の洗掘や堆積があり地形も大きく変化を遂げ、現在も津波前の状態には戻っていません。復興を考えると、被災者が元々住んでいた地域には戻れない可能性があります。さらに、2次災害として液状化や火災もあり、その原因は地震ではなく

津波であり、「津波火災」と呼ばれます。

当時の記録をアーカイブとして 残す取組み

1) 被災地の映像

国土交通省の防災ヘリコプターは地震発生から約30分後に仙台空港を飛び立ち仙台市街ほかの映像を撮影しました。

・30分後の仙台市街の様子

火災は発生しませんでした。停電で道路は大渋滞。新幹線は緊急停止しましたが無事でした。

・1時間後の津波来襲による被害

仙台市内の七北田川では逆流が起きました。同時に沿岸部には高さ3mの津波が到達し、陸地にまで流れこみ、2階建の老人ホームは冠水。津波は沿岸部から3～4kmまで入ってきましたが仙台東部自動車道路で止まり、橋などの一部は倒壊したものの、市街地中心部への侵襲を防ぐことができました。

・仙台空港の冠水

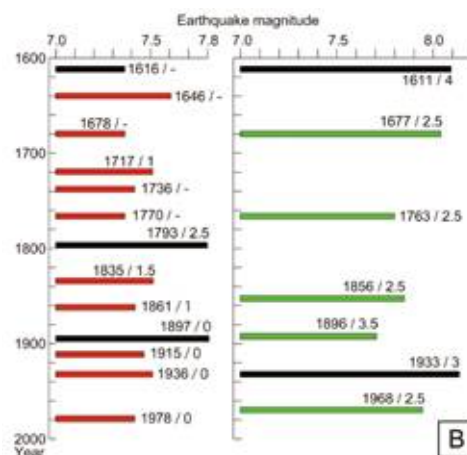
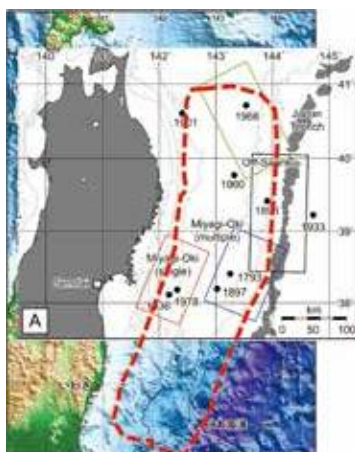
ほぼすべての施設が浸水し、唯一残った建物は3階建高さ15mの仙台空港ターミナル。

・福島原発

第一波が入りこみ、波が戻る頃の映像では、津波が浸水しパイプラインな

三陸沖での過去の 地震・津波活動(約400年間)

T.Hatori, Distributions of Seismic Intensity and Tsunami of the 1793 Miyagi Oki Earthquake, Northeastern Japan, Bulletin of Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 62, 297-309 (1987).



どが破損。地下室に海水が浸水し、非常用発電機は機能を失っていました。

・岩手県釜石市

ここは津波常襲地帯で対策が講じられていましたが、沖合の湾口防波堤の一部を津波が乗り越えました。水深はわずか1mでしたが、急激で勢いがある水流のため、木造住宅の強度では耐え切れず倒壊しました。一方、コンクリートの建物は無事でした。このような現象は南北部の各沿岸部でも起きました。

2) 災害科学国際研究所の 発足と取組み

東北大学は被災大学として、震災発生から1年後に「災害科学国際研究所」を設立。事前対策から災害の発生、被害の波及、緊急対応、復旧・復興、将来への備えを一連の「災害サイクル」と捉えて研究しています。その柱ともなるのが**東日本大震災アーカイブプロジェクト**^{しんろくでん}「**みちのく震録伝**」。産官学の機関と連携し、東日本大震災の記憶、記録、事例、知見を収集し、国内外や未来に共有します。

- ・東北地方太平洋岸の観測点で記録された揺れの記録(防災科学技術研究所)
3分の間に、岩手県～福島県沖で間隔の短い2回の地震が起き、その揺れが南北に伝わり、茨城県沖付近での地震が起きたことがわかりました。

このように、わずかな時間差でいくつもの大地震が連続して発生したことでM9の巨大地震につながった可能性が考えられます。

・GPSを利用した地殻変動(測地)の 定量データ(国土地理院)

GPSを利用したデータから、震災前は3年間で西側にわずか数センチの変動であったのに対し、震災後は二日間で、東側に一気に6～7m以上も動いたことがわかりました。これまで数百年間たまったストレス・ひずみが解放され、その後、大きな津波を引き起こしたと推測されます。

こうした地殻変動のデータは、将来ひずみがたまり解放される地点の予測などにも役立つことが期待できます。ただし、GPSのデータは阪神淡路大震災以降から蓄積したものであり、100年以上の長い時間軸の中で起こる「地震」を予測するには、長期にわたる観測と記録が必要です。

東日本大震災の教訓から 熊本地震を考える

2016年熊本地震では、3.11の教訓からできたこととできなかったことがあります。例えば熊本地震では、多くの方が車中泊避難をされました。車に避難すること自体は問題ではありませんが、時々体操などをして、エコノミークラス

症候群にならないようにすることが重要です。3.11の教訓から今後実施できそうなことや重要になりそうな課題を受け継いで災害に備えることが重要です。

次の災害に備えるための工夫 —みんなの防災手帳

私たちは3.11の経験や教訓を受け「災害対応サイクル」をまとめました。いざ、地震、火山噴火などの災害が起ると、初期から復旧・復興・再生・予防・防災など、それぞれの段階ですべき対応があります。ただし、それらの全てを皆さんに伝えることは難しいと思います。そこで、私たちは、これまで得た教訓や知識を「みんなの防災手帳」という形で1冊にまとめました。これは、母子健康手帳をイメージして作られた手帳です。わが子が生まれる前から生まれて成長するまでを記録するように、発災から復興までの過程で何をすべきか、時系列を追って、必要な情報をまとめています。そのほか、いざという時の家族のルールなどを自分で書き込める欄も設けています。2012年から、東北各県と宮崎県で約70万冊を配布しました。いつ起こるかわからない様々な災害と共存し、生きる力を高めるためにも、こうした「みんなの防災手帳」を是非、熊本にも広められると良いと思います。

震災記録の収集・整理・発信から 国内外への展開 「みちのく震録伝」

35万点以上の震災の記録を収集し、
約12万点を公開



道路からの水平360度映像

WEBページ

被災直後の写真

Lecture 5

Toshio Fujimi

熊本大学大学院自然科学研究科附属
減災型社会システム実践研究教育センター
藤見 俊夫 准教授



京都大学大学院農学研究科博士課程修了・博士(農学)。学術振興会特別研究員、京都大学防災研究所COE研究員、カナダ・プリティッシュコロンビア大学客員研究員を経て現職。

【専門分野】行動経済学に基づく防災・減災政策、科学的な不確実性下のプロジェクト評価、災害に対する世帯の適応行動分析についての研究

なぜ人は災害にうまく対処できないのか？ —行動や意思決定のパターンから考える—

私は、防災・減災に関する研究・教育活動を行う「減災型社会システム実践研究教育センター(通称：減災センター)」に所属しています。この講演では、災害時の被災を防ぐ、あるいは、被害を最小限にとどめるためにどうすれば良かったか、ちょっとしたコツなどをお伝えしたいと思います。

まさか熊本で地震が起こるとは…

熊本地震は色々な点で私たちにとって驚きでした。熊本での自然災害といえば、水害や土砂災害が真っ先に頭に浮かびます。実際、平成24年7月11日から14日にかけて発生した九州北部豪雨災害では、熊本地域に多大な被害をもたらしています。その傷跡も癒えないうちに、熊本で震度7の巨大な地震が2回も発生したことは驚きです。多くの人々が地震は自分とは縁遠い問題だと考えていたことと思います。しかし、熊本での地震の危険性は以前より指摘されていました。

熊本地震の危険性を伝える 情報はあった

布田川・日奈久断層の存在や、熊本で地震被害がこれまでも過去に発生していることは明らかにされており、行政機関も、地震による被害の想定を行っていました。このことは新聞等のマスメディアでも報道されています。また、熊本市が発行している「我が家の防災マニュアル」やハザードマップは全市民に配布されています。それでも、家具固定や防災グッズ、地震保険への加入など地震への備えを怠ったことを後悔されている方々は多いです。

このように「いつか地震が起こりうる」ということを頭で理解していても、なかなか自分事として捉えることができず、行動が伴わないのが現状です。

地震が起きる前から 「やっとなら良かった……」

私たち減災センターは、地震の際、

どのような対応をしたか、事前にやっておけばよかったことなどについてアンケート調査を行いました。熊本大学の職員・学生、地震後に開催した報告会に参加した方々の声を聞いてみると、水・食料・その他の備蓄、家具の固定、避難経路の確認などは実行できていませんでした。いずれも、ほんの少しの手間で大きな減災効果が得られることです。

熊本以外の地域でも状況は同じであり、地震に弱い住宅の耐震化は進まず、火災保険や自動車保険への加入に比べて、地震保険への加入者も増えていません。

頭ではわかっているけど、 行動にうつせない —災害シンドローム

スマトラ島沖地震では、津波が直前に迫っているにもかかわらず、ぼーっと見ていて逃げられない状況が見られました。頭で考えれば、なぜ逃げないのか不思議に思いますが、実際、その場

Take-home message

- 自分が今考えていることと記憶の中で関連づけられていることだけに思考の範囲が限られやすい
- 記憶の中で既に関連づけられている評価の影響を受けやすい



防災・減災に関連するバイアスの例

- 1 ベテランバイアス
- 2 確証バイアス
- 3 正常化の偏見
- 4 現状維持バイアス

にいと逃げられません。また、十分な情報提供をした上で「減災対策は必要だと思うか？」と聞けば「必要だ」と答える人でも、実施できないことが多々あります。このような現象は、日本だけでなく世界で知られており、**災害シンドローム**とよばれています。

人の心のクセ —認知バイアス

熊本では、地震が起こる危険性が知られていたのに、なぜ多くの世帯で地震への備えが十分行われなかったのでしょうか？その理由の一つとして、人間の心には一定の傾向、**心のクセ**と呼ぶべき「**認知バイアス**」があることが挙げられます。認知バイアスは、生存競争に有利なように脳の仕組みが進化した結果、生じたものであり、日常生活ではうまく機能する、もしくは大きな問題にはならないことが多いです。しかし、災害時のような非日常においては非合理的な判断・行動につながる可能性があります。また、認知バイアスは無意識のうちに作用するため、本人は、その影響を受けていることに気づきにくいのです。しかし、自分のクセを理解しておくことでその行動を修正することができます。

認知バイアスの典型的な例としては、「同じ大きさの物なのに、一方がより大き

く見える」というような「錯視」が挙げられます。認知バイアスには他にも色々あり、100個ほどが知られていますが、今回は、防災・減災に関連する認知バイアスとして、ベテランバイアス、確証バイアス、正常化の偏見、現状維持バイアスをご紹介します（次頁）。

認知バイアスは 脳の誤作動が原因

認知バイアスは、進化の過程で獲得した、脳の生物学的仕組みです。しかし、野生環境では合理的だった行動パターンが現代社会では不合理になってしまっています。認知バイアスは脳の誤作動が原因ですが、どのような仕組みで起こるのでしょうか？

過去の実験では、「ケニアは何大陸にありますか？」「基石には何色と何色がありますか？」「何でもいいので、動物の名前を一つ挙げてください」と問うと、2割の人がシマウマと答え、半分の人がアフリカの動物を答えたという結果が得られています。先の2つの質問がなければ、シマウマと答える人は1%以下となります。このように、いくつかの情報を頭の中に思い浮かべさせることで、その次の行動を操作できることが知られています。

認知バイアスには記憶の仕組みも関

連しています。脳には数多くの神経細胞（ニューロン）が存在しており、ニューロン同士がシナプスを介して結びつき、情報を伝達します。そして、このニューロン同士の結びつきが強化されることで記憶がうまれます。知識は互いに結びついた形で記憶されてしまうため、「白黒」と「シマウマ」という2つの情報が同時に脳にインプットされると、発火したニューロン同士の結びつきが強化されます。こうして、自分が今考えていることに関連したことばかりを考えてしまい、思考の範囲が限られやすくなります。そして、記憶の中で、既に関連づけられている評価の影響を受けやすくなり、それが認知バイアスを引き起こします。

では、結局どうすれば良いのか？

いざ、災害時にうまく対処するためには、自分の行動や判断が、無意識のうちに認知バイアスに影響される可能性があることを自覚しておくことが大切です。クイズでも、予めひっかけ問題だと知っていれば、ひっかけにくくなります。陥りやすい誤りに気づき、意識的に回避するよう心がけましょう。スポーツの練習と一緒に（図）で、自分の悪いクセに気づき、それを修正しようという意思があれば、より良い選択につながります。



【図】認知バイアスの修正はスポーツの練習と同じ

クイズで学ぶ4つの認知バイアス



Q1

過去最大の台風

- 「過去最大の台風が近づいているので避難してください」との連絡がきました
- しかし、以前に過去最大と呼ばれた台風が何度も来て河川が氾濫したときでも、あなたの家は一度も水に浸かりませんでした

Q あなたはどう思いますか？

- (1) これまでも大丈夫だったし、今回も大丈夫だろう
- (2) 今回の台風では家が浸水するかも

オススメ

A (2) 今回の台風では家が浸水するかも

ベテランバイアス

- 経験が豊富であると、情報を解釈する上で、過去の経験が大きな影響を及ぼす
- このとき、過去の経験と現在の状況が異なる場合、経験は判断を誤らせる原因となる

【解説】

- 今回の台風は、以前の台風とは大きく異なるかもしれない
- 今回の台風は現時点での過去最大なので、以前の過去最大の台風より大きい



Q2

カードの規則

- 4枚のカードがあります。
- 片面には数字、もう片面には赤色か青色が塗ってあります



- あなたはカードに下記のルールが成立しているか知りたいです
- 「カードが赤色なら、その裏面の数字は偶数でなければならない」

Q 下記のどれを調べたほうがいいですか？

- (1) 「赤色」カードの裏と「8」カードの裏
- (2) 「赤色」カードの裏と「3」カードの裏
- (3) 「赤色」カードの裏と「青色」カードの裏

オススメ

A (2) 「赤色」カードの裏と「3」カードの裏

確証バイアス

- 自分が本当だと思っていることを確かめるための情報は探す、反証となるような証拠を無視したり、探す努力を怠ったりする

【解説】

- 「カードが赤色なら、その裏面の数字は偶数でなければならない」
- 「8」カードの裏が青色でも、上記のルールは破られていない青色のカードの裏については何も言ってない
- 「3」カードの裏が赤色なら、上記のルールは破られてしまう
- ルールに沿った例を確認することは得意だが、反証となる例を探すのは苦手



Q3

電車内の煙

- 電車に乗っていると、煙がどこかから漂ってきました
- 車掌からは何のアナウンス也没有せん
- 周りの人たちも落ち着いて座っています

Q あなたはどうしますか？

- (1) なんだろう、もう少し様子を見よう
- (2) 火事かもしれない、すぐ逃げよう

オススメ

A (2) 火事かもしれない、すぐ逃げよう

正常化の偏見

- 危険な状況であることを否定したり、楽観視したりする傾向

【解説】

- 大邱(テグ)地下鉄放火事件(2003年2月18日)が同じ状況
 - ・192人が死亡、148人が負傷
 - ・指令センターが火災報知機の誤作動と思い込んだ
 - ・煙が出て乗客が避難しようとしていない
- スマトラ島沖地震・津波



Q4

おすすめの契約内容

- あなたは自動車保険を購入しようと思っています
- 保険会社から、「お客様のお車ではこの契約内容が人気があります」を勧められました
- 契約内容をパッと見たところ、特に問題なさそうでした

Q あなたはどうしますか？

- (1) すすめられた契約内容のままにする
- (2) 契約内容を吟味して変更する

オススメ

A (2) 契約内容を吟味して変更する

現状維持バイアス

- ちょっとした変更でも面倒くさがり、現状を維持したままにする傾向
- 重要な事項でも、初期設定のまま放置してしまう

【解説】

- 人気のある契約内容が自分の状況に合っているとは限らない
- 保険の契約は事故が起こったときに非常に重要になるので、適当に決めるべきではない

Q & A 集

講演会の内容について、参加者の皆さまから寄せられたご質問への回答の一部をご紹介します。

Q 1

耐震化率を上げるとしたら、多くの種類がある建築物の中で、何を優先しますか？ また、実現できますか？

A 一般には多数の人々が集まりやすい建築物すべてだと思いますが、特に避難に時間を要する年齢の方々の集まる、学校・病院・診療所が最優先だと考えます。小中学校の耐震化率は年々上昇していますが、まだ100%に達していません。体育館の吊り天井の落下防止柵など、学校でやるべきことはまだまだ多いようです。また、火気や爆薬・毒物などの化学物質を扱う工場、関連施設なども優先順位は高いです。また、災害時の司令塔になる市庁舎なども優先されます。補強工事はそれなりに費用がかかりますが、最近は技術革新に伴いコストは下がってきています。(私は建築が専門ではありませんが)多くは筋交いや耐震壁、制震ダンパーなどで補強可能かと思います。長い目で見れば、被災時の損失額に比べて安価だと思います。【遠田晋次】

Q 2

災害発生時に自身の存在を知らせる有効な方法は？

A 僕の講演に関しても、救援者の存在(生存)を確認するためには①定期的な連絡を本部に入れる、②GPS発信装置をつけ、本部がその動きをモニターする、などの対策が考えられるかと思います。【佐々木宏之】

Q 3

支援物資について、いつ、どのようなニーズがあるかが意外と伝わりづらいです。熊本地震の際、どのような工夫がなされたのでしょうか？

A 支援物資の配分等については専門外なので正確なお答えができませんが、熊本市内では避難所の支援物資ニーズを把握するためのタブレットが配布されたと聞いています。【佐々木宏之】

Q 4

どこに行けば物資があるか、情報弱者であるお年寄りにどう伝えるかについての取り組みがあれば知りたいです。

A 物資配布の情報などはメディアを通じて流れるかと思います。テレビ、ラジオ、インターネットなど、様々な媒体に触れられる環境作りが大切かと思います。室蘭市の「非常時連絡の手引き」(<http://www.city.muroran.lg.jp/main/org100/documents/renrakutebiki.pdf#search=町内会+防災>)には「災害時の情報伝達や収集の方法は色々ありますが、『情報がくるのを待つ』のではなく、『自ら情報を取りに行く』ことが大切です」など書いてありました。そのような、情報から孤立しかなないご高齢の方をどのように少なくしていくかを、地域の実情に応じて考えていく必要があるかと思います。【佐々木宏之】

Q 5

DMATの皆様には大変お世話になりました。ありがとうございました。災害がない時期は、どのように訓練されていますか？

A たくさんの訓練機会があります。直近では、8月6日(土)、大規模地震時医療活動訓練(今年度は南海トラフ地震を想定し、全国のDMATが静岡県付近に参集し、広域医療搬送訓練などを行いました。当院DMATは岩手県の花巻空港から静岡空港に自衛隊機で移動し、静岡空港でSCUの運営にあたりました(SCU: staging care unit. 広域搬送を行う前の傷病者集積所のようなところです。そこでどこに搬送するか、誰から搬送するかなどを決めます)、9月1日(木)宮城県9.1総合防災訓練(県単位で行う訓練、今年度は宮城県の霞目駐屯地でSCU訓練、ヘリ搭乗訓練、海自艦着艦訓練を予定して準備していました(ただし、岩手県での豪雨災害が発生し、実際の活動を展開したため訓練は中止になりました)、9月23日(金)東北大学病院総合防災訓練(多数傷病者を自院に受け入れる、他DMAT隊を自院に受け入れる訓練など)、10月1日-2日、東北ブロックDMAT参集訓練(山形県で震度6強の大地震が発生したという想定での参集訓練。東北6県持ち回り)、10月20日(木)、仙台空港事故時訓練(仙台空港からの依頼)、10月26日-28日、国立大学病院災害医療従事者研修会、10月29日(土)宮城県災害医療技能維持訓練、11月8日(火)みちのくALERT机上訓練(自衛隊主催)、などなど、国・県・市レベル、病院レベル、DMAT主体、自衛隊主体など様々な訓練があり、手分けして参加しています。【佐々木宏之】



Q 6

指定避難所以外で、どこに、何人くらい、困っている人は、不足物資は、という情報を、どう発信すれば良かったのか？今でも悩みです。包括支援センターは、避難所周りでの把握調査を本当によく取り組んでいたと思います。その地域のことは、県や市は後方支援にして包括から発信できれば、関係者会議のメンバーに入っていれば、もっと素早く対応できたのでは？と思いました。

- A** 在宅避難者や指定外避難所のニーズ把握、情報発信などではどの災害においても課題になっています。「関係者会議のメンバーに入れていけば」→平時からの「顔の見える関係づくり」が大事です（「笑顔の見える関係づくり」だともっといいです）。【佐々木宏之】

Q 7

体験しないと分からないのだから、経験のある人を現場へ派遣するというようなシステム作りが必要ではないか？（各地にあり近い所からすぐに行けるような）。

- A** その通りだと思います。行政まかせにせず、各レベルでの取り組みが必要だと思います（行政の方もやるのがたくさんあるので）。【佐々木宏之】

Q 8

今後おこると言われている大規模災害に対して、地域で準備出来ると思われることは？

- A** 自助・共助力の向上でしょうか。大規模広域災害では公助の力のみをあてにすることはできません。普段から、どこに逃げればよいのか、何を備蓄しておけばよいのか、誰と協力すればよいのか、など、今まで言われてきた防災の備えを、どれだけ当たり前にできるか、が鍵になると思います。南海トラフだから特別、というものは無いと思います。また、特に熊本の方にはできることがあるとすれば、ご自身の実体験に基づく知見を他地域、後世に伝えることも、貴重なアドバイスになると思います。
- 僕自身の研究の立場からいえば、「受援力」が大切になると思います。支援をうまく活用するために、誰がどこにどのように支援を受け入れるのか、さらにいうと支援を求める先は誰なのか、どのような方法（手段）で支援を求めるのか、など、

平時からの取り決めが大切になってくると思います。

地域防災力を上げる取り組みは、東日本の被災地で、町内会単位でかなり多くあります。下記などを参考にするのもよいかと思います。【佐々木宏之】

http://www.fdma.go.jp/html/life/jireisyu/jireisyu_jirei_05.pdf#search='鉤取町内会'

<http://www.bousai.go.jp/kyoiku/chikubousai/>

<http://www.city.muroran.lg.jp/main/org100/documents/renrakutebiki.pdf#search='町内会+防災'>

Q 9

昔、城を直す時に、幕府の許可を得るのは大変だったのですか。また、どれくらいの時間が許可がおりるまでにかかったのですか？

- A** 幕府から許可を得るには、まず幕閣と下交渉し、そのうえで修理箇所の一覧と絵図面を提出して正式申請せねばなりません。しっかりした下交渉があれば、許可自体は比較的早く出ましたが、大名は領内外の様々な状況を勘案しなければならず、城普請を思ったように進められたわけではないことは、当日お話ししたとおりです。【稲葉継陽】

Q 10

熊本城の一部を熊本地震の影響を残したまま、次世代に残すという意見はありませんか？

- A** そうした意見も少ないですが耳にします。明治22年の地震の記憶がほぼ皆無であったことなどから、城内に被害状況を一部残して震災の記憶としよう、といった意見です。熊本城復興過程で実際に検討されるかどうかまでは、私にはわかりません。【稲葉継陽】

Q 11

熊本大学、東北大学に文理融合の形の防災、減災に関する研究センターがあるとのことであったが、他の地域における大学では、同様の取り組みや研究センターのようなものはあるのでしょうか？

- A** 文理融合の防災関係の研究所としては他に、新潟大学災害科学国際研究所・復興科学研究所、京都大学防災研究所

などがあります。【今村文彦】

Q 12

デジタルな情報のアーカイブを今後数百年保存し、機能させるのは難しいのではないのでしょうか？

A アーカイブを長期間保存する技術は現在開発中です。組織的には、国会図書館などと連携することにより、より実現化できるようにしております。ここでの長期保存については、以下をご参照下さい。【今村文彦】
<http://warp.da.ndl.go.jp/contents/recommend/mechanism/mechanism08.html>

Q 13

可能なら、みんなの防災手帳を一冊いただきたい。東日本大震災と熊本地震のどこの違いが、死亡者数の違いに影響したと考察されますか？

A みんなの防災手帳は現在、市販しておらず、自治体や職場単位でオリジナルな内容にさせていただき作成しております。近々、くまもと県民テレビさんの協力により、地元でも作成していただく計画を検討しております。少々お待ちください。また、死亡者数の違いについては、直下型地震と広域巨大災害の違いがあり、影響範囲の差が大きな原因であると思っております。【今村文彦】

Q 14

認知バイアスは、無自覚に作用するとありますが、どうやって自覚し、直していけば良いのですか。一例で良いので教えてください。

A 認知バイアスは無自覚に作用しますが、その発生しやすい状況は知られています。ですので、対策としては、認知バイアスの発生しやすい状況を覚えておくとういことです。そうした状況のときは熟慮して判断するように心がけてください。認知バイアスをわかりやすく紹介した本として下記を紹介します。池谷裕二『自分では気づかない、ココロの盲点』ブルーバックス【藤見俊夫】

Q 15

普段から認知バイアスを気にして行動することは、それはそれで人々の心理的負担になるのではないのでしょうか？

A 普段は認知バイアスを気にする必要はありません。ただし、災害のような命に関わるような状況については、認知バイアスの発生しやすい状況を覚えておいたほうがよいです。そうした状況のときは熟慮して判断するように心がけてください。【藤見俊夫】

Q 16

どうすれば、災害が起きたときに、危機対応へスイッチできますか？

A 災害時に認知バイアスが生じてやすい状況については、事前に心の準備をしておくことが有効です。例えば、津波を初めて経験したときに心の準備ができてなければ認知バイアスから逃れるのは難しいですが、津波が来たらすぐ逃げると事前に心の準備をしておけば、いざというときにすぐ逃げることができます。【藤見俊夫】



展示・参加体験コーナー

ポスター展示

熊本大学からは、HIGOプログラムの学生たちが避難所設営の体験、熊本日日新聞社やネパールでのインターンシップから学んだ災害報道のあり方、ネパール地震の復興の現状などを報告。東北大学は、東日本大震災の教訓から、東北地方で現在進行する復旧・復興・地域防災活動、加えて熊本地震の現場での支援活動を紹介しました。

Poster
Title

**熊本大学
HIGO
プログラム**

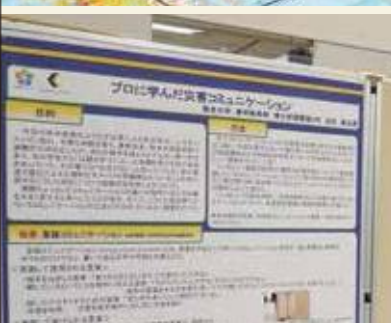
「熊本地震を伝える2016 熊本日日新聞インターンシップ」
「熊本大学薬学部避難所設営 体験記」
「外国人から見た熊本地震」
「プロに学んだ災害コミュニケーション」
「熊本地震とネパール地震が教えてくれたこと」

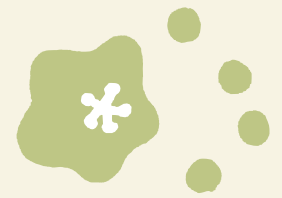
**東北大学
G-Safety
プログラム**

「減災アクションカードゲームを活用した小中学生および
総合的防災学習の普及に向けた取り組み」
「平成 28 年熊本地震に対する東北大学病院DMAT の活動」
「被災した古文書資料の救済・保存と修復」
「防災教育の現場における防災・減災グッズの活用」
「東日本大震災以降の津波避難訓練の取り組み」



学ぶ





減災アクションカードゲーム

熊本地震のような災害が発生した際に、適切な行動をとるには、常日頃から安全な行動を具体的に考えておくことが大切です。「減災アクションカードゲーム (Disaster Mitigation Action Card Game)」は、東北大学リーディング大学院グローバル安全学トップリーダー育成プログラム受講生有志が開発したゲーム形式の思考促進型防災教育教材で、災害発生時に、自分の身を守るためにどう行動するかを考えるゲームです。カルタのように数名で行ないます。身を守るとっさの方法についての判断を競いながら、参加者同士で考えを共有することができます。

今回の参加体験コーナーでは、お子様連れのご家族、大学生、留学生の皆さん等、多くの方に当ゲームを体験いただき、熊本地震・東日本大震災での体験を通じた知見の共有を行うことができました。

減災アクションカードゲームに関する詳細はこちらをご覧ください

「減災アクションカードゲーム」<http://g-safety.tohoku.ac.jp/dmac/>



熊本大学HIGOプログラム x 東北大学G-Safetyプログラム 学生交流

学生意見交換会 10月8日(日)

熊本大学HIGOプログラムの12名の学生と東北大学G-Safetyプログラムの10名の学生が意見交換会を開催し、両プログラムの概要やインターンシップ・防災・減災に関連した自主企画活動の内容を紹介しました。医学・薬学・理学・工学・文学の学生たちが震災の経験を共有し、防災・安全・医療を学ぶことができた有意義な機会となりました。



司会 熊本大学HIGOプログラム

今福 匡司
(薬学教育部 博士課程1年)



司会 東北大学G-Safetyプログラム

渡部 花奈子
(工学研究科 博士課程後期1年)

口頭発表



「熊本大学リーディング大学院グローバルな健康生命科学パイオニア養成プログラム HIGOの紹介」

嘉村 美里
(薬学教育部 博士前期課程2年)

口頭発表



「東北大学リーディング大学院グローバル安全学トップリーダー育成プログラムの紹介」

佐々木 隼相
(文学研究科 博士課程前期2年)



「薬学部避難所設営の体験記」

今福 匡司
(薬学教育部 博士課程1年)



「ネパールインターンシップ活動報告 (スーパーインターンシップ)」

鈴木 敦詞
(工学研究科 博士課程後期1年)



「外国人から見た熊本地震」

Bi Jing
(薬学教育部 博士後期課程1年)



「学生自主企画活動の紹介(避難所デザイン) 安全行動・心理的安心の誘発のための人間行動デザイン」

和田 久佳
(工学研究科 博士課程後期1年)



「上天草市における行政インターンシップ」

深浦 まど香
(薬学教育部 博士前期課程2年)



「学生自主企画活動の紹介(防災教育) 防災に対する意識向上のための教育活動」

宮鍋 慶介
(情報科学研究科 博士課程後期1年)



「学生自主企画活動の紹介(仮設住宅) 応急仮設住宅における管理・運営体制の検証と運営マニュアル指針の作成」

栗田 陽子
(文学研究科 博士課程前期2年)



熊本巡検 10月9日(日)

熊本地震より約半年が経過していた10月9日(日)、復興へと向かう熊本県各地の状況を把握するべく、「建物被害」、「震災初期の対応」、「生活再建」という3つの視点から、5か所の被災地巡検を開催しました。最初に、全壊状態となった行政機関である宇土市役所の解体現場、次に熊本城、熊本洋学校教師館ジェーンズ邸といった文化財の被災建造物を見学しました。これらが今後どのように撤去、あるいは修繕されていくのか、それを進めるうえでの支援制度、課題についても解説をいただきました。加えて、震災初期の状況を把握するために、避難拠点機能も果たした道の駅 大津での活動紹介を受けました。また、今後の生活再建の大きなポイントでもある住宅再建について、総合住宅展示場 光の森とくまのくまもと型木造仮設モデル住宅を見学しました。各地において解説をいただきました皆様には、この場を借りて厚く御礼申し上げます。皆様の生活が一日も早く、日常へと回帰される日が訪れることを願っております。

熊本大学HIGOプログラム 参加学生の声

減災・防災などを専門とする東北大学の学生との交流を通じて、災害アーカイブの乱立など、震災における問題点を知ることができました。私たちは熊本地震を経験し、復興のために役に立ちたいと考えていますが、熊本で今なお発生している問題や震災復興の活動の現状について、理解しきれていない点もあることに気づきました。まずは、そこから勉強し、そして、今後、大地震を経験した2つのプログラムで、災害時の対応について、反省点などを共有し、地震による被害を受けたことがない人々に伝えていきたいです。東北大学の取組みは素晴らしいものばかりだったので、熊本で震災からの復興活動をされている方々と東北大の方々とつながことができると良いと思います。



巡検先一覧

- ①宇土市役所 解体現場
- ②熊本城 修繕箇所見学
(石垣モルタル仮修復現場)
- ③熊本洋学校教師館ジェーンズ邸
倒壊現場
- ④道の駅 大津
震災時の対応に関する解説
- ⑤くまもと型木造仮設モデル住宅
(光の森)



①



②



③



④



⑤

熊本大学 × 東北大学 市民公開講座 参加者の声 (アンケートより)

企画・運営について

- コンテンツ、運営ともに期待以上に素晴らしかった。
- 講座前の「プレ講座」が効果的で興味関心が高まった。
- 講演もポスター展示もわかりやすかった。学校の授業とはまた別の感じで新鮮だった。
- 熊本大学と東北大学が連携した公開講座は素晴らしい内容だった。さまざまな形でたくさんの人たちに伝えることができればよいと思う。また、英語による同時通訳もすばらしい。
- このような公開講座には、もっと多くの市民に参加してもらいたいので、幅広く宣伝してほしい。
- 質問用紙に書いたら後日返事がくる点が良い。
- 参加しやすい時間帯(土曜日の午後)と場所で良かった。
- 今後も是非このような企画をお願いしたい。
- 運営事務局も含め、講師の方々に心より感謝申し上げたい。言うは易く行うは難し。これからの皆さんの努力と知識の積み重ねに期待するとともに一市民としてできることを考えたい。

講演について

- 行政の担当の方にも聴いてほしい内容だった。まだまだ忙しいと思うが、このような場にいつか同席していただき共有できれば良い。
- オムニバス形式で大変聞きやすかった。
- 幅広い視点からの意見を聞くことができ勉強になった。
- お互いにひとつではないと共生互助についても考えさせられた。
- 災害シンドロームは初めて知ったが、とても大切なことだと思う。
- 東北についての地震対策の現状を知り、熊本城の歴史を地震の観点でふり返ることが興味深かった。
- 映像による説明があり、わかりやすかった。
- 講演内容が各講師のプロフィールにある専門分野に限定されず、わかりやすかった。また、講演時間も長すぎず退屈しなかった。
- 主婦で参加したが、わかりやすい説明でよく理解できた。
- 先端の研究者の生の声を聞くことができ、大変興味深かった。
- 大学の先生の話はわかりにくいことも多いが、今回はとてもわかりやすかった。初めて薬学部に来たが、薬草園があることに、少し驚いた。

- 中学生で参加したが、分かりやすく、大切なことを理解でき、とても楽しかった。
- 熊本地震を経験したので、全ての講演を大変身近にリアリティを持って感じる事ができた。
- 熊本地震のみならず、東日本大震災を含めた内容を多方面からの視点でお話いただき非常に得るものがあった。各講演の最後の「これだけはメッセージ(Take-home message)」が特に良かった。
- 地震について色々なテーマで講義いただいたので、とても勉強になった。
- 熊本城についての講演で人文学の懐の深さを感じた。古文書から修復工事が断続的に行われていたということを読み取るということは人文学らしい実用的なアプローチだと思った。
- 地震予測について、現在のサイエンスで分かっていることと、わからないことのボーダーを明示していただければ、なお良かったと思う。地震対応という応用的な研究をするには、実は数学や物理、化学などの基礎分野の勉強・知識が重要であることも、大学生や高校生にアピールできると良い。

教訓を伝え、未来へとつなげるためにできること

- このような大切な話を聞いたのだから、今後どのように伝えていけるか、少しでも自分に何ができるかを考えたい。
- 今どこで、何が起きてもおかしくないと思う。過去の経験、歴史を知り、学び、未来につなげていきたい。
- 天気予報と同じように、地震情報もインターネットから簡単に入手でき、より正確な情報を把握できれば有難い。
- 東北地震、熊本地震から、その教訓から学んでこれから先に活かしていきたい。特に行動指針、マニュアルなどは参考にしたい。
- 防災手帳は非常に良い。発災前、発災～数週間後、数か月後という分け方はとてもわかりやすい。行政の方にも見せてほしい。全国で発売(安価で)すれば売れると思う。

他にも多くのご意見・ご感想をいただきました。
ありがとうございました!

平成28年市民公開講座報告書のダウンロードはこちらから↓↓↓

熊本大学 HIGOプログラム <http://higoprogram.jp/public2016/>

東北大学 G-Safetyプログラム <http://g-safety.tohoku.ac.jp/publication/>



熊本地震を今、ともに学び考え、そして伝える! ー平成28年市民公開講座報告書
編集・発行: 熊本大学 博士課程教育リーディングプログラム

国立大学法人熊本大学 教育研究支援部リーディングプログラム推進チーム
〒860-8556 熊本市中央区本荘1-1-1 Phone: 096-373-6832
mail: higo-program@jimu.kumamoto-u.ac.jp
<http://higoprogram.jp/public2016>

